

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

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

«До захисту в ЕК»

Декан факультету

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

«8» червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

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

«8» червня 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

на тему: Розробка системи автоматизації хлібопекарської газової печі ПХС-  
25

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

\_\_\_\_\_ Моренець Володимир Євгенович  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Кишенько Василь Дмитрович  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

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

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

Рецензент \_\_\_\_\_ Андрій Мошенський  
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

# Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

\_\_\_\_\_ Ярослав Смітюх

« 31 » березня 2022 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Моренець Володимир Євгенович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): Розробка системи автоматизації хлібопекарської газової печі ПХС-25

керівник роботи проф., кандидат технічних наук. Кишенько Василь Дмитрович  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від « 31 » березня 2022 р. №163-кс

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) «8» червня 2022 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації наведені в додатку до завдання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх необхідно розробити)

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 2.4. Проектне komponування мікропроцесорного контролера. 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.1. Загальна схема підключення. 3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів. 4. Креслення встановлення технічних засобів. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів

та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.3. Креслення встановлення технічних засобів.

6. Дата видачі завдання 31 березня 2022 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Моренець В.Є.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник проекту Кишенько В.Д.

\_\_\_\_\_ (підпис)

## Анотація

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизації процесу випічки хліба.

В проекті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить: опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, конфігураційна схема, принципові схеми управління і сигналізації.

Розроблене програмне забезпечення для даного відділення. Програма розроблена в програмному забезпеченні Unity PRO від Schneider Electric. Роботоспроможність програми було перевірено на реальному контролері.

В проекті докладно розглянуто варіанти технологічних рішень по реалізації системи автоматизації, а також зроблений аналіз існуючої та розробленої системи.

Проведено порівняльний аналіз перехідних процесів для різних значень параметрів регулятора.

В ході роботи приведена оцінка рівня автоматизації технологічного процесу в цілому.

**Ключові слова:** кваліфікаційна робота, випічка хліба, система автоматизації, Unity PRO, Schneider Electric.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						4
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

## Abstract

This qualification work is devoted to the development of a system for automating the process of baking bread.

The project has developed documentation for the automation system, which includes: a description of the technological object of control, automation scheme, configuration scheme, basic schemes of control and signaling.

Developed software for this department. The program is developed in the Unity PRO software from Schneider Electric. The operability of the program was tested on a real controller.

The project considers in detail the options for technological solutions for the implementation of automation systems, as well as an analysis of the existing and developed system.

A comparative analysis of transients for different values of the controller parameters.

In the course of work the estimation of level of automation of technological process as a whole is resulted.

**Keywords:** qualification work, bread baking, automation system, Unity PRO, Schneider Electric.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						5
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

## Зміст

Вступ.....	7
1. Опис об'єкта автоматизації.....	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2 Розробка завдання на систему автоматизації.....	12
2. Система автоматизації.....	14
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	14
2.2. Схема автоматизації.....	29
2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації.....	33
2.4. Проектне компонування мікропроцесорних контролерів.....	36
3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	53
3.1. Загальна схема підключення.....	53
3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів.....	61
3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру.....	61
3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	62
3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	63
3.2.4 Опис схеми підключення.....	64
4. Креслення встановлення технічних засобів.....	69
5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)......	72
6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.....	77
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	77
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	81
Висновки.....	83
Бібліографічний список.....	84

## Вступ

Проектування - процес складання опису, необхідного для створення в заданих умовах ще не існуючого об'єкта, на основі первинного опису цього об'єкта і алгоритму його функціонування. Проектування містить у собі комплекс робіт з знаходження, дослідження, розрахунками і конструювання, що мають метою одержання опис предмета проектування, необхідного і достатнього для створення нового виробу чи виробу реалізації нового процесу, що задовольняє заданим вимогам.

Під автоматизацією проектування розуміється такий спосіб виконання процесу розробки проекту, коли проектні процедури й операції здійснюються розроблювачем виробу при тісній взаємодії з ЕОМ. Автоматизація проектування припускає систематичне використання засобів обчислювальної техніки при раціональному розподілі функцій між проектувальником і ЕОМ і обґрунтованому виборі методів машинного рішення задач. Хлібопекарське виробництво відноситься до однієї з найважливіших галузей харчової промисловості, рівень розвитку якої безпосередньо впливає на життя усього населення. Виробництво хліба - важлива складова в загальному обсязі випуску продукції харчової промисловості.

Розвиток хлібопекарського виробництва має бути орієнтований на наступні напрями: якість хлібобулочних виробів, оновлення і розвиток асортименту, технічне оновлення хлібопекарського виробництва.

Автоматизація технологічних процесів є важливим засобом підвищення продуктивності праці, скорочення витрат матеріалів та енергії, покращення якості продукції, впровадження прогресивних методів управління виробництвом і підвищення надійності праці.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						7
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

# 1. Опис об'єкта автоматизації

## 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Хлібопекарська промисловість витрачає велику кількість палива на випікання хлібобулочних виробів. Застосування хлібопекарських печей з раціональною системою обігріву, оснащених приладами і засобами автоматизації, дозволить значно скоротити витрата різних видів енергії. Тому в хлібопекарській промисловості взятий курс на заміну застарілих тупикових печей на безперервнодіючі наскрізні (тунельні) печі з сітчастим подом. До найбільш поширених видів таких печей належить піч ПХС-25, що призначена для виготовлення широкого асортименту хлібобулочних виробів з більшим діапазоном по розважуванню. За своєю конструктивною схемою і оформленням основних елементів ПХС-25 схожа з багатьма сучасними печами: має наскрізну камеру, каналний обігрів з рециркуляцією повітря, сітчастий під.

У наскрізних тунельних печах, що набули останніми роками широкого поширення, замість цегляно-металевих огорожень використані каркасно-металеві з теплоізоляційним наповнювачем (скло- і шлаковата). Завдяки незначній тепловій інерції для розігрівання такої печі потрібно 1-1,5 год, тому вони можуть експлуатуватися в одну-дві зміни. Конвеєр, що зазвичай виготовляється з планстинчатих елементів, замінений в цих печах сітчастим подом, який є менш інерційним в тепловому відношенні. У тунельних печах часто застосовують принцип рециркуляції гріючих газів. У каналах газу, що отримуються при спалюванні палива, змішуються з рециркуляційними, які повертаються після обігріву пекарної камери. Температура суміші гріючих газів в каналах не перевищує 550 °С. Це гарантує довговічну роботу металевих гріючих каналів і дозволяє основну їх частину виконувати із звичайної нержавіючої сталі.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Моренець В.Е.</i>			<i>Розробка системи автоматизації хлібопекарської газової печі ПХС-25</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Кишенько В.Д.</i>				8	6
<i>Зав.кафедри.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>	
<i>Секретар ЕК</i>		<i>Проскурка Е.С.</i>					



спрямовується через спеціальне вікно і омиває спочатку стінки камери змішення, а потім камери згорання; після цього він змішується з гарячими газами в місці виходу їх з камери згорання і поступає в систему каналів.

При автоматизації процесу випікання повинні передбачатися управління електроприводами конвеєра і вентиляторів печі, запальними пристроями для розпалювання печі з комплексом автоматичного захисту, автоматичне регулювання температури в пекарній камері і розрідження в муфелях печі, автоматичне вимірювання і реєстрацію витрати пари, що поступає в пекарну камеру для зволоження середовища, і температури середовища пекарної камери, безперервний облік витрати газу, автоматична контрольна і аварійна світлозвукова сигналізація при відхиленнях параметрів процесу випікання від номінальних значень.

Управління електроприводами печі може здійснюватися за допомогою кнопових станцій, встановлених по місцю, і апаратури управління, розміщеної на щиті.

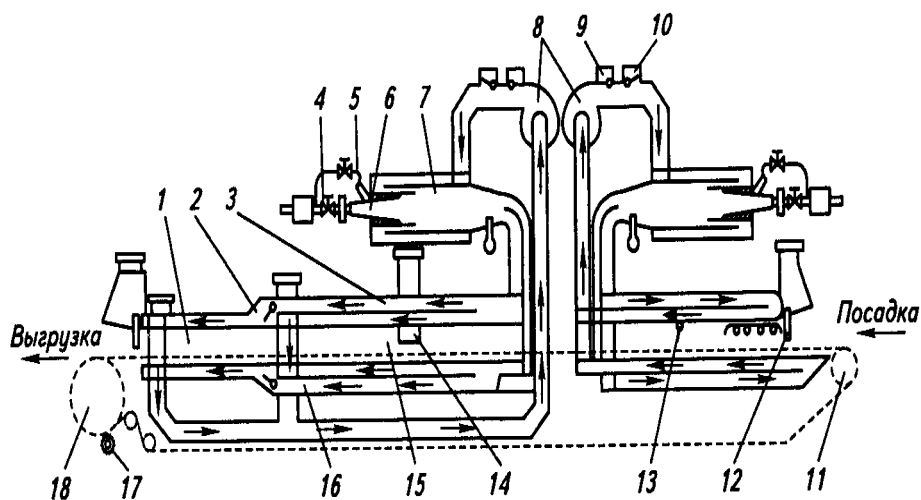


Рис 1. Принципова схема печі ПХС-25

Обігрів пекарної камери 1 здійснюється продуктами згорання, що отримуються в двох топках 7. Топки обладнані камерами змішувачів і інжекційними пальниками 6. Продукти згорання рухаються по металевих каналах 2 і 16, що захищає пекарну камеру згори і знизу. Через пекарну камеру проходить стрічковий конвеєр 75, огинаючий приводний 18 і натяжний 11

барабанів. Сітка стрічкового конвеєра очищається металевою круглою щіткою 17.

Для зменшення вентиляції усередині пекарної камери передбачено два поворотні труби 13, а в торцевих отворах - підйомні дверцята 12. Для видалення зайвої вологи пекарна камера сполучена двома витяжними отворами і каналами 14 з вентиляційною системою підприємства.

Піч обладнана двома обігрівальними системами, які обслуговують дві зони випікання. Усі конструкції обігрівальної системи, що знаходяться по дією газів високої температури, виготовлені з жаростійких сталей.

Для спалювання газу застосовуються інжекційні пальники 6 середнього тиску з ручним регулюванням витрати газу і автоматичним дозуванням первинного повітря. Пальники складаються з корпусу з чотирма соплами і самостійними змішувачами. Газ подається в корпус пальника через регулювальний кран 4, його тиск контролюється манометром. У центрі пальника розміщений запальник 5 з відособленим підведенням газу.

Гарячі гази, що утворюються в топках, під впливом тяги, що створюється димососами 8, проходять по металевих каналах 3 і через їх стінки передають теплоту обом зонам пекарної камери. У кінці системи охолоджені гази розділяються на два потоки: один спрямовується в димохід через клапан 10, а інший - в камеру змішувача топки для охолодження її стінок і зниження температури пальникових газів.

Обидві обігрівальні системи обладнано тягомірами для контролю тяги в топках, термопарами і гальванометрами для виміру температури газів у кінці камер змішувачів топок, вибуховими клапанами і електромагнітним клапаном для припинення подачі газу до пальників у випадках зупинки роботи димососів або при зниженні тиску в подачі газу нижче допустимої межі.

Перед розпалюванням печі системи продувають свіжим повітрям. Для цього клапан 9 перекриває канал руху газів, і через патрубок вони викидаються

назовні, а свіже повітря через топки поступає в систему і проходить по усіх каналах.

## 1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Піч	Температура в першій зоні печі	220 С ± 10С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив тен підігріву	
		Температура в другій зоні печі	190 С ± 10С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив тен підігріву	
		Температура в третій зоні печі	160 С ± 10С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив тен підігріву	
		Вологість в першій зоні печі	65% ± 10%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі зволожуючої пари	
		Вологість в другій зоні печі	65% ± 10%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі зволожуючої пари	
		Рівень в барабані котла	85% ± 10%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на насос подачі води	

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
		Частота обертів двигуна приводу стрічки конвеєра	50 об/хв	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на чпр приводу двигуна конвеєра	

## 2. Система автоматизації

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

#### Температура

В промисловій термометрії використовується 2 основних методи вимірювання температури:

- контактний, який реалізується первинним вимірювальним перетворювачем, який знаходиться в безпосередньому контакті з вимірювальним середовищем;

-безконтактний, який реалізується в пірометрах, а температура визначається по тепловим електромагнітним випромінюванням нагрітих тіл.

У відповідності з основними методами вимірювання температури термометри класифікують наступним чином:

- контактні на:

- а) квазімонохроматичні (700...10000° С);
- б) спектрального відношення (300...2800 °С);
- в) повного випромінювання (-50...3500 °С).

Принцип дії пірометрів базується на використуванні яскравості горіння чи сумарного теплового випромінювання при нагріванні тіла.

Вибір того чи іншого методу та ЗВ для вимірювання температури залежить від багатьох факторів, основними із яких є: а) межі випромінювання температури; б) точність випромінювання; в) склад і властивості вимірювального середовища.

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Моренець В.Е.			Розробка системи автоматизації хлібопекарської газової печі ПХС-25		
Перевір.		Кишенько В.Д.				14	39
Зав.кафедри.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск	
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.					

## Аналіз методів на предмет можливості його використання в проекті

Розглянемо детальніше кожен із методів вимірювання та оберемо найоптимальніший для даного випадку.

### Склянні рідинні термометри

Рідинні скляні термометри – вимірювання температури ґрунтується на різниці коефіцієнтів об'ємного розширення матеріалу оболонки корпусу термометра та рідини, яка в ньому міститься (розміщена) в залежності від температури.

Переваги скляних рідинних термометрів: простота конструкції, невисока вартість, достатня точність. Недоліки: відсутність дистанційної передачі та реєстрації показів, значна теплова інерційність, незручність зняття показів і невисока механічна міцність, що обмежує їх використання в технологічних вимірюваннях.

Висновок: відсутність дистанційної передачі робить неможливим регулювання температури в певних ділянках, адже вихідний сигнал в 4-20 мА необхідний для подальшої обробки на локальних регуляторах. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

### Манометричні термометри

Принцип дії манометричних термометрів ґрунтується на механічному переміщенні пружкого чутливого елемента в замкненій герметичній системі від зміни або тиску газу, або зміни об'єму рідини, або зміни тиску насиченої пари в залежності від вимірюваної температури.

Манометричні термометри відрізняються простотою конструкції, можливістю дистанційної передачі показів і автоматичного запису. Однією з важливих переваг є можливість їх використання в пожежо- та вибухонебезпечних приміщеннях. До недоліків необхідно віднести складність ремонту при розгерметизації системи, обмежену відстань дистанційної передачі

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						15
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

і у багатьох випадках великі розміри термобалона. Газові і рідинні манометричні термометри мають клас точності 1; 1,5 і 2,5, а парові – 1,5; 2,5 і 4.

Висновок: манометричні термометри мають низький клас точності, їх монтаж на трубопроводах та апаратах досить складний. Ймовірність розгерметизації газового балона під час експлуатації досить висока. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

### Термоелектричні термометри

Принцип дії термоелектричних термометрів (термопар) ґрунтується на ефекті виникнення електрорушійної сили (ЕРС) в замкнутому ланцюгу, який складається із різнорідних провідників.

Переваги термопар: висока точність вимірювання значень температури (аж до  $\pm 0,01$  ° С), великий температурний діапазон виміру: від  $-250$  ° С до  $2500$  ° С, простота, дешевизна, надійність.

Недоліки:

- Для отримання високої точності вимірювання температури ( до  $\pm 0,01$  ° С) потрібна індивідуальна градуювання термопари.
- На показання впливає температура вільних кінців , на яку необхідно вносити поправку. У сучасних конструкціях вимірювачів на основі термопар використовується вимірювання температури блоку холодних спаїв за допомогою вбудованого термистора або напівпровідникового сенсора і автоматичне введення поправки до виміряної ТЕДС .
- Ефект Пельтьє ( в момент зняття показань, необхідно виключити протікання струму через термопару , так як струм, що протікає через неї, охолоджує гарячий спай і розігріває холодний) .
- Залежність ТЕРС від температури істотно нелінійна. Це створює труднощі при розробці вторинних перетворювачів сигналу.

- Виникнення термоелектричної неоднорідності в результаті різких перепадів температур , механічних напружень , корозії і хімічних процесів в провідниках призводить до зміни градууювальної характеристики і погрішностей до 5 К.
- На великій довжині термопарних і подовжувальних проводів може виникати ефект «антени» для існуючих електромагнітних полів.

Висновок: діапазон вимірювання занадто великий (до 2000 ° С), можуть виникати похибки вимірювані при великій довжині термопарних і подовжувальних проводів.

Даний метод вимірювання може бути використаний як альтернатива наступному.

#### Термометри опору

Принцип дії термометрів опору ґрунтується на властивості провідників (металів) та напівпровідників змінювати свій електричний опір **R** в залежності від зміни їхньої температури  $t$ .

#### Переваги:

- Висока точність вимірювань (зазвичай біля  $\pm 0,1$  °С)
- Висока надійність при використанні 4-х провідної схеми вимірювань
- Простота конструкції
- Прстота монтажу

#### Недоліки:

- Низький діапазон вимірювань (в порівнянні з термопарами)
- Не можуть вимірювати високих температур

Висновок: Висока точність, простота в конструкції, стійкість до агресивних середовищ є визначальними факторами у виборі вимірювального

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						17
		№ докум.	Підпис			



- корпус із нержавіючої сталі з високим класом захисту;
- вбудований та конфігуруємий за допомогою трьох клавiш мікропроцесорний вимірювальний перетворювач з рiдинно-кришталевим дисплеєм (РКД).

Вхід: вимірювана величина – температура в діапазоні від -50...+200°C.

Вихід: уніфікований сигнал 4...20 mA по дротам живлення.

Абсолютна похибка при температурі навколишнього середовища в межах (23 ±5) °C складає: < ±(0,45°C + 0,2% від верхньої межі налаштованого діапазону).

### Рiвень

Прилади рiвня поділяються на дві основні групи: рiвнеміри — для одержання безперервної інформації про положені рiвня у резервуарі у будь-який момент часу; та сигналізатори рiвня — для одержання інформації ( дискретного сигналу) про досягнення рiвнем деяких фіксованих значень. Часто рiвнеміри мають сигнальні пристрої та виконують функції сигналізаторів.

Промисловість випускає широку номенклатуру приладів рiвня і їх в залежності від призначення і конструкції класифікуються наступним:

-за видом контрольованого матеріалу: а) прилади рiвня для рiдини; б) прилади рiвня для сипких матеріалів;

-за принципом дії: 1) вказівні стекла (реалізують закон з'єднаних посудин); 2) поплавкові та буйкові; 3) гідростатичні; 4) ємнісні; 5) акустичні (ультразвукові); 6) індуктивні; 7) радарні та мікрохвильові; 8) радіоактивні; 9) електроконтакти;

-за способом відліку: а) з безпосереднім відліком; б) з електричною передачею показів; в) з пневматичною передачею показів;

-за типом ємності: а) для відкритих та для закритих ємностей під тиском.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						19
		№ докум.	Підпис			

проекті

### Поплавкові та буйкові рівнеміри

Поплавковим називається рівнемір, принцип роботи якого ґрунтується на залежності положення чутливого елемента — поплавка від рівня рідини, в якій він знаходиться. Поплавок плаває на поверхні рідини і відслідковує її рівень. Деяке занурення поплавка у вимірювану рідину за її незмінної густини є незмінним. Рівень визначається за положенням покажчика, з'єданого з поплавком гнучким (стрічка, трос) або жорстким механічним зв'язком.

Буйковими називаються рівнеміри, принцип роботи яких ґрунтується на законі Архімеда: залежності виштовхувальної сили, яка діє на чутливий елемент — буйок, від рівня рідини (див. розділ - густиноміри).

Недоліком поплавкових рівнемірів і регуляторів рівня є велика металоємність, недостатня надійність та точність. Коливання значення густини рідини викликає додаткову похибку вимірювань. Для її зменшення слід зменшити занурення поплавка, що досягається або збільшенням площі перерізу або полегшенням поплавка.

Переваги поплавкових рівнемірів: простота конструкції; широкий діапазон вимірювань; досить висока точність та можливість вимірювання агресивних та в'язких середовищ. Найчастіше використовуються для вимірювання рівня рідин у великих відкритих резервуарах, а також закритих з низьким тиском.

Висновок: поплавкові й буйкові рівнеміри, наприклад, не можуть використовуватися для контролю рідин, які швидко кристалізуються, липких і грузлих продуктів. Затор є грузлим продуктом, тому використання буйкових рівнемірів неможливе.

### Кондуктометричні сигналізатори рівня

Принцип дії кондуктометричних приладів заснований на вимірюванні електричного опору рідин або сипучого середовища за допомогою спеціальних електродів, введених у вимірювальне середовище. Найпростішими пристроями

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						20
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

подібного роду є сигналізатори рівня, що спрацьовують при замиканні двох електродів, що опускаються в ємність, з електропровідним матеріалом.

У харчовій промисловості широко поширені подібні сигналізатори рівня, що випускаються приладобудівною промисловістю. Прилади забезпечують сигналізацію рівня з погрішністю  $\pm 5$  мм при температурі робочого середовища до  $200^{\circ}\text{C}$ .

Контактний кондуктометричний метод може бути використаний і для безперервного вимірювання рівня, для чого вимірювальні перетворювачі повинні бути укомплектовані спеціальною системою автоматичного спостереження, що забезпечує їх знаходження на рівні вимірюваного середовища. Однак подібні прилади не одержали поширення через громіздкість і невисоку надійність.

Висновки: даний метод забезпечує низьку точність вимірювання, і не може бути використаний в даному випадку.

### Радіолокаційні (радарні) рівнеміри

Принцип дії всіх відомих радарних рівнемірів ґрунтується на вимірюванні часу розповсюдження радіохвилі від антени рівнеміра до поверхні продукту, рівень до якого вимірюється, і назад, при відомій швидкості її розповсюдження.

Переваги:

висока точність вимірювання;

надійність конструкції;

стійкість до агресивних середовищ;

Висновки: саме вище перелічені плюси рівнеміра і стали вирішальними при виборі методу вимірювання.

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

Відомо, що швидкість поширення електромагнітних хвиль (фазова швидкість, м/с) у середовищі залежить від властивостей середовища:

$$v = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_a \mu_a}} \quad (6.11)$$

Як правило, застосовується локація через газ, тому що при цьому чутливий елемент не піддається впливу вимірюваного рідкого або сипкого середовища. Крім того, діелектричні проникності практично всіх газів близькі до одиниці, внаслідок цього показання рівнемірів практично не залежать від властивостей середовища, що заповнює ємність.

Найбільш простим, з точки зору реалізації на перший погляд, виглядає імпульсний метод, суть якого у вимірюванні часу запізнення прийнятого імпульсу відносно випромінюваного. Але при його реалізації виникають наступні труднощі: 1) випромінюваний імпульс повинен бути достатньо короткий, щоб закінчитись раніше, ніж у антену надійде відбитий імпульс, тобто, імпульс повинен мати довжину в одиниці наносекунд і менше і реалізувати його не так просто; 2) випромінюваний радіоімпульс повинен бути достатньо потужним, щоб забезпечувалось необхідне співвідношення сигнал/шум в прийнятому сигналі, а це накладає відповідні вимоги до випромінюючого елементу; 3) задача високоточного вимірювання наносекундних часових інтервалів між випромінюваним і відбитим імпульсами не проста у технічному вирішенні. При цьому, через велику швидкість поширення електромагнітних хвиль у газовому середовищі (практично дорівнює швидкості розповсюдження світла), реалізація радіолокаційного методу, по аналогії з ультразвуковим «ехо-методом», практично не можлива на відносно малих відстанях (рівнях), так як необхідне вимірювання досить малих

інтервалів часу, обумовлених часом проходження хвилі від випромінювача до границі розподілу двох середовищ і назад.

В силу перерахованих факторів мало фірм займаються випуском радарних імпульсних рівнемірів і імпульсні методи використовуються у випадках, коли відбиваюча властивість продукту є високою і не вимагається висока точність вимірювання, а діапазон вимірювання рівня великий - десятки, а іноді й сотні метрів. Радарний імпульсний рівнемір SITRANS LR 200 фірми “Siemens” приведений на рис. 2.2 а) його загальний вигляд та б) установка його на об’єкті].



■ монтаж

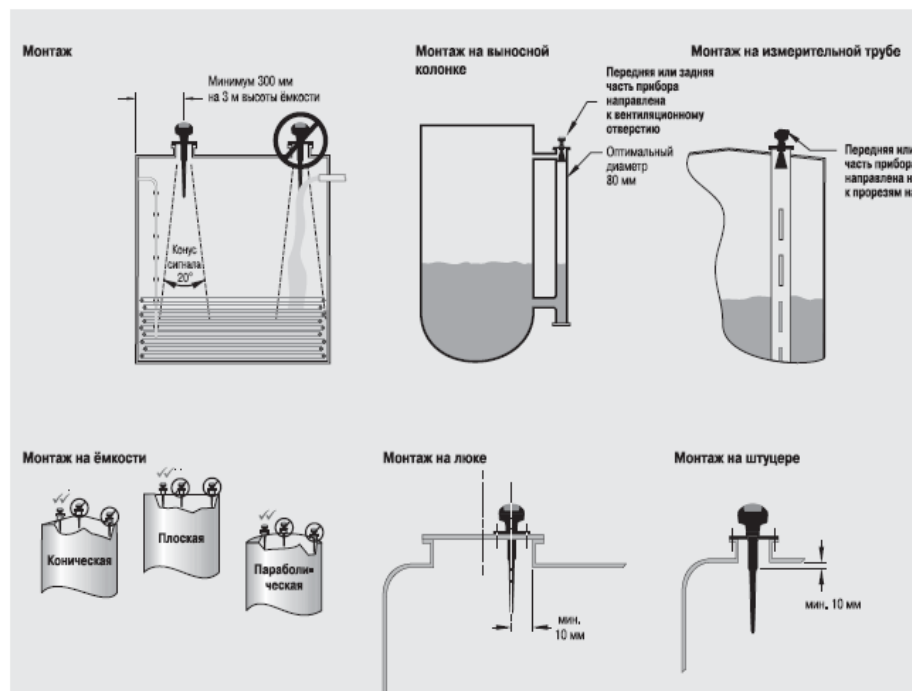


Рис.2.2. Радарний рівнемір SITRANS LR 200 а) та його установка б).

		№ докум.	Підпис	

## Витрата

За принципом дії витратоміри поділяють на витратоміри сипких матеріалів та рідин і газів. Останні в свою чергу ділять на:

- лічильники рідин та газів;
- витратоміри змінного та постійного перепаду тиску;
- індукційні витратоміри;
- витратоміри змінного рівня (щілинні).

Для вимірювання об'єму або маси речовини застосовуються також лічильники кількості. Для вимірювання маси твердих та сипких матеріалів застосовуються вагові лічильники; дозування сипких та рідинних речовин проводиться об'ємними та ваговими дозаторами.

Аналіз методів на предмет можливості його використання  
в проекті

### Тахометричні лічильники

За принципом дії тахометричні лічильники рідин і газів поділяються на швидкісні та об'ємні. У швидкісних приладах рідина, яка проходить через камеру, обертає вертушку, кутова швидкість якої пропорційна швидкості потоку. Такі прилади використовуються як лічильники гарячої та холодної води.

Переваги:

- простота конструкції;
- можливість вимірювання витрати рідин, що містять механічні домішки.

Недоліки:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						24
		№ докум.	Підпис			

- збільшення амплітуди коливань рухомого елемента і як наслідок удари об стінки вимірювальної камери;
- складнощі із забезпеченням надійності перетворювача частоти обертання рухомого елемента в частотний вихідний сигнал.

Висновки: середовище функціонування витратоміра є агресивним (висока температура), а тахометричні лічильники в основному використовуються для вимірювання витрати води та неагресивних рідин. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

### Витратоміри змінного та постійного перепаду тиску

Первинні вимірювальні перетворювачі (ПВП) витрати змінного та постійного перепаду тиску відносяться до дросельних перетворювачів, тобто, перетворювачів, які дещо звужують основний потік рідини або газу в трубопроводі. Принцип дії таких перетворювачів ґрунтується на законі стаціонарного руху ідеальної рідини Данила Бернуллі: «Якщо зменшити поперечний переріз труби, то швидкість руху рідини або газу в цьому місці зростає, а тиск зменшується», тобто, виникає різниця тисків ( $\Delta p$ ) в речовині в місцях до звуження та відразу після звуження.

#### *Переваги:*

- простота конструкції і надійність у роботі;
- широкий діапазон вимірювання.

#### *Недоліки:*

- необхідність вертикального розташування;
- висота підняття поплавця-індикатора залежить від густини та в'язкості середовища;
- необхідність візуального зчитування показів, що ускладнює використання такої конструкції в засобах автоматизації;
- оптичне зчитування можливе лише для прозорих рідин.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						25
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Висновок: складність монтажу, в'язкість рідини суттєво впливає на точність вимірювання. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

### Індукційні витратоміри

Принцип дії всіх магніто-індукційних витратомірів ґрунтується на явищі, яке описується законом електромагнітної індукції Фарадея. Суть явища електромагнітної індукції і закону Фарадея полягає в тому, що під час переміщення будь-якого провідника у магнітному полі на його кінцях виникає індукована електрорушійна сила  $U_m$ , яка пропорційна довжині  $L$  провідника, швидкості переміщення  $V$ , магнітній індукції  $B$  та синусу кута  $\alpha$  між магнітною індукцією та напрямком швидкості:

$$U_m = B V L \sin \alpha$$

Переваги:

- температура, тиск, в'язкість та густина рідини не впливають на результати вимірювань.
- витратомір здійснює вимірювання витрати агресивних та частково абразивних середовищ за умови правильного вибору матеріалу внутрішньої труби та електродів.
- тверді частинки, що попадають у вимірювальний перетворювач одночасно з вимірюваним середовищем (рідиною), як правило не впливають на результати вимірювань.
- максимальна похибка вимірювання для складає - 0,25% .

Висновок: Висока точність вимірювання, неприхотливість до середовища, легкість монтажу робить цей метод вимірювання найбільш прийнятним для даної ділянки технологічного процесу..

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						26
		№ докум.	Підпис			

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

Магніто-індукційний витратомір Sitrans FM MAG 6000 фірми «Siemens» є керуємим мікропроцесорним вимірювальним перетворювачем з вбудованою текстовою індикацією режиму налаштування та роботи на 11-ти мовах. В залежності від місця розташування витратоміра, він виконується в вигляді або компактного приладу (рис. 2.3,а), або у вигляді двох блоків: сенсора MAGFLO та вторинного вимірювального перетворювача MAG 6000 (мікропроцесорного блоку живлення та обробки, рис. 2.3,б). Останній може бути розташований на відстані на щиті.

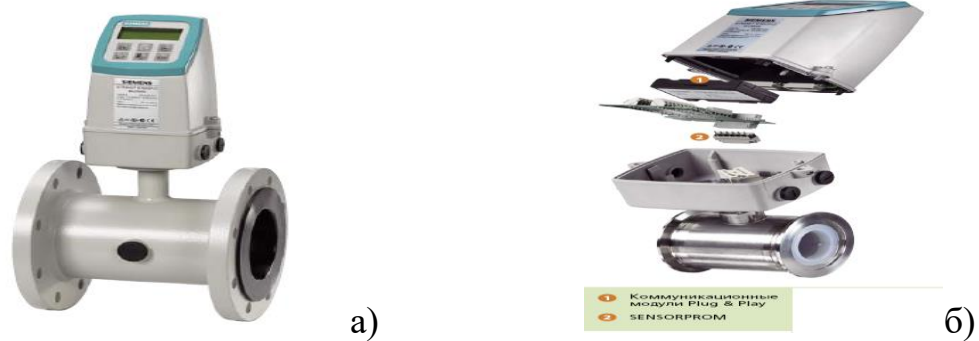


Рис. 2.3 Індукційний витратомір Sitrans FM MAG 6000 фірми «Siemens».

Комплект Sitrans FM MAG 6000 призначений для вимірювання витрати потоку практично всіх електропровідних рідин, а також суспензій та паст. Єдиною умовою його нормальної роботи є наявність хоча б мінімальної (5мікросим/см) електропровідності в середовищі, витрати якого вимірюють.

### Принцип дії ПВП

На рис.2.4,а приведена узагальнена схема індукційного первинного вимірювального перетворювача витрати, де зображено електромагніт, який збуджується змінним струмом  $I$  (напрягою збудження  $U_{збудж}$ ) і який на ділянці між полюсами створює рівномірне

однорідне магнітне поле з індукцією  $B$ . Розміщення обмоток збудження електромагніту показано і на рис.2.4,б та рис.2.4,в. В полі магніту розміщена немагнітна труба, по якій протікає вимірювана по витратам рідина з швидкістю  $V$ . В індукційних витратомірах рухомим провідником є електропровідна рідина, витрати якої вимірюють. Магнітна індукція  $B$  пронизує рідину вертикально відносно напрямку її потоку ( $\sin \alpha = \sin 90^\circ = 1$ ), і в рідині, як у рухомому провіднику, наводиться (індукується) електрорушійна сила  $U_m$ .

$$U_{\text{збудж}} \quad U_m$$

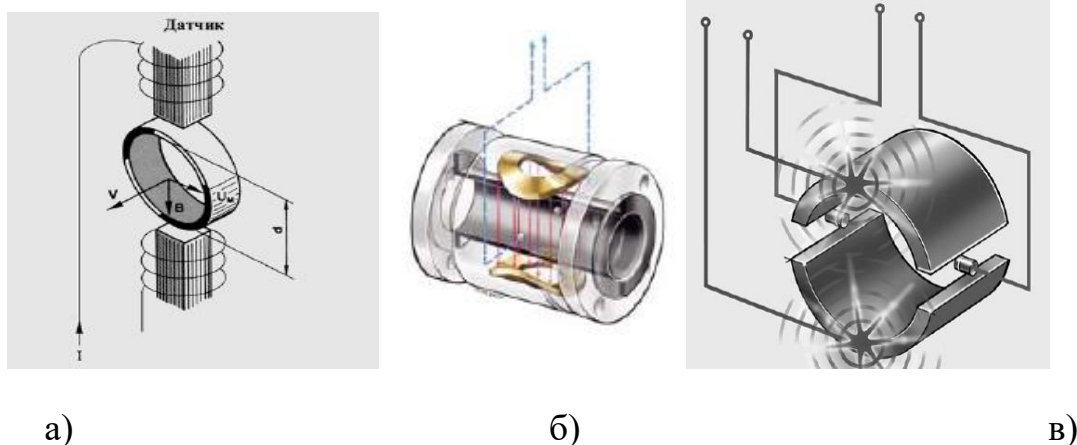


Рис. 2.4. Узагальнена принципова схема будь якого магніто-індукційного сенсора

Значення цієї електрорушійної сили знімається з двох точкових електродів, що розміщуються на протилежних кінцях внутрішнього діаметру немагнітної труби і зсунуті по відношенню до обмоток збудження на  $90^\circ$  (рис.7.8б та в). Електроди контактують з вимірюваною за витратами рідиною, але ізольовані від труби, яка виготовляється, як правило, із нержавіючої сталі.

В загальному, індукована в рідині ЕРС дорвнює:

$$U_m = B * V * d, \quad (7.19)$$

де  $B$  – магнітна індукція, Тл;  $V$  – швидкість потоку, м/с;  $d$  – довжина рідинного провідника, що відповідає довжині провідника  $L$  по залежності (7.18) і дорівнює діаметру трубопроводу, м.

Витрати рідини у трубопроводі дорівнюють добутку площі перетину трубо-

проводу на швидкість потоку  $V$ :

$$F = S * V . \quad (7.20)$$

У результаті спільного розв'язання рівнянь (2) та (3) отримуємо:

$$F = S \left( \frac{U_m}{B * d} \right) = \left( \frac{\pi d^2}{4} \right) * \left( \frac{U_m}{B * d} \right) = k * U_m, \quad (7.21)$$

де  $k$  — коефіцієнт пропорційності (постійна сенсора), який залежить від конструкції приладу.

Таким чином, витрата рідини у трубопроводі, вимірювана за допомогою індукційного витратоміра, буде пропорційна ЕРС  $U_m$ . Сигнал первинного перетворювача індукційного витратоміра містить, крім корисної складової, що визначається формулою (1) і є мірою витрати, трансформаторну ЕРС, що наводиться електромагнітним полем перетворювача в рухомому рідинному провіднику. Трансформаторна ЕРС зсунута по фазі відносно корисного сигналу на  $90^\circ$  і компенсується за допомогою ланцюга, що складається із спеціального подільника напруги.

## 2.2. Схема автоматизації.

Функціональні схеми поділяються на функціональні електричні та функціонально-технологічні схеми автоматизації.

Функціональна електрична схема показує функціональне призначення елементів, пристроїв схеми автоматизації, їх взаємозв'язок з вказуванням виду

величини, що передається між функціональними пристроями, використовуючи умовні позначення.

Для того, щоб розробити функціональну схему потрібно досконало знати технологічну роботу установки та призначення кожного елемента об'єкта автоматизації.

На функціональній схемі позначення зображують квадратами з розмірами 15мм, пристрій, що порівнює вхідні величини з заданим параметром позначають колом з діаметром –10 мм і проставляють напрямок дії сигналів за допомогою стрілок між функціональними пристроями.

Напрямок дії керуючого сигналу вказують відповідно до послідовності спрацювання елементів або пристроїв установки. Наприклад, від сприймаючого до порівнюючого пристрою, потім до підсилювального, керуючого, виконавчого та на об'єкт керування, яким являється установка. На стрілках напрямку дії проставляють величину, яка передається між цими елементами або пристроями використовуючи позначення, що прийняті для позначення фізичних, механічних і електричних величин.

Приклади позначень деяких функціональних пристроїв на функціональній схемі показано в таблиці 1.3.

Розміщують на схемі умовні позначення симетрично, лінії зв'язку повинні бути паралельні або перпендикулярні. Позначення мають бути акуратні і розбірливі. Під схемою розміщують позначення елементів або пристроїв на функціональній схемі.

Функціонально-технологічна схема (ФТС) Автоматизації відображає технічні рішення автоматизації конкретних технологічних процесів. Вона виконується для кожної дільниці виробництва окремо і містить машино-апаратну схему технологічного процесу, на якій за допомогою умовних

позначень відображають пристрої керування, прилади і засоби автоматизації і зв'язки між ними, які визначають в цілому принципи побудови системи автоматичного контролю і керування об'єктом.

На функціонально-технологічних схемах автоматизації зображення приладів і засобів автоматизації розміщуються як на схемі розміщення так і в прямокутниках, які знаходяться в нижній частині креслення (приблизно 1/3 висоти) під схемою розміщення.

### Контрури регулювання та індикації температури

Регулювання температури здійснюється на вході в хлібну піч, шляхом зміни подачі кількості метану в топку(контур 2а-2в). Також відбувається регулювання температури шляхом зміни подачі топочного газу на запальник (контур 7а-7в). Вимірювання відбувається за допомогою термометра опору із вторинним перетворювачем ТСП 100П (2а,7а), сигнал 4-20 мА з датчика надходить на модуль аналогових входів мікропроцесорного контролера (МПК), опрацьовується, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то через модуль аналогових виходів сигнал 4-20 мА надходить на електропневоперетворювач ЕРТА-В1 (2б), і уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний пневматичний сигнал 20-100 КПа, який надходить на пневматичний клапан Dwyer 217WA4230 (2в), який змінює положення регулюючого органу, і змінює подачу газу в топку.

Аналогічним чином працює контур регулювання температури в середині печі (7а-7в).

Проводиться індикація температури в різних зонах печі (1а, 3а-6а), сигнал надходить на модуль аналогових входів, потім виводиться значення на екран оператору.

### Контрури вимірювання та регулювання тиску

Регулювання тиску в трубопроводі подачі газу другої секції відбувається за допомогою контуру (9а-9в). Вимірювання тиску в топочній й відбувається за

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						31
		№ докум.	Підпис			

допомогою датчика тиску KOBOLD SEN-87 (9а), сигнал 4-20 мА з датчика надходить на модуль аналогових входів мікропроцесорного контролера (МПК), опрацьовується, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то через модуль аналогових виходів сигнал 4-20 мА надходить на електропневмоперетворювач ЕРТА-В1 (9б), і уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний пневматичний сигнал 20-100 КПа, який надходить на пневматичний клапан Dwyer 217WA4230 (9в), який змінює положення регулюючого органу який перекриває або навпаки відкриває скидний клапан топочної.

Проводиться індикація тиску в першій секції печі трубопровода подачі газу (контур 8а).

#### Контур вимірювання та регулювання витрати

Відбувається регулювання витрати метану на пальники 1 та 2. Вимірювання витрати газу відбувається за допомогою витратоміра диференційного тиску KOBOLD RCD 12 (10а,13а). Сигнал 4-20 мА з датчика надходить на модуль аналогових входів мікропроцесорного контролера (МПК), опрацьовується, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то через модуль аналогових виходів сигнал 4-20 мА надходить на електропневмоперетворювач ЕРТА-В1 (10б,13б), і уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний пневматичний сигнал 20-100 КПа, який надходить на пневматичний клапан Dwyer 217WA4230 (10в, 13в), який змінює положення регулюючого органу, і змінює подачу метану на пальники.

Також проводиться індикація витрати топочного газу Dwyer DS-400 (11а, 12а).

#### Контур вимірювання та регулювання вологості

Оскільки потрібно підтримувати фізико-механічні властивості при випіканні хліба реалізовано контури регулювання вологості в 5ти зонах печі. (контури 14а-14в, 15а-15в, 16а-16в, 17а-17в, 18а-18в). Шляхом подачі аерозолію

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						32
		№ докум.	Підпис			

із водяно-повітряної суміші відбувається зволоження тістової заготовки та відбувається підтримка вологості в камері. Вимірювання відбувається за допомогою датчика вологості Тера ДВУТ 02 (14а-18а). Сигнал 4-20 мА з датчика надходить на модуль аналогових входів мікропроцесорного контролера (МПК), опрацьовується, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то через модуль аналогових виходів сигнал 4-20 мА надходить на електропневмоперетворювач ЕРТА-В1 (14б-18б), і уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний пневматичний сигнал 20-100 КПа, який надходить на пневматичний клапан Dwyer 217WA4230 (14в-18в), який змінює положення регулюючого органу, і змінює подачу аерозолу в камеру..

### Регулювання частоти обертів двигунів

Щоб якісно проводити процес випічки потрібно чітко витримувати час випічки тістової заготовки, шляхом підтримання швидкості їх руху на конвеєрі печі. Це реалізується за допомогою частотних перетворювачів Lenze 820SMD (18б-21б), які задають певну частоту обертів двигунів.

## 2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації

Таблиця 2.1 Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ п\п	Найменування и технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниці	Потреба за проектом	Примітка
1	2	3	4	5	6
1а	Термометр опору ТСП-У-1-100П-В-3-250-6-М20х1,5-40-2000-ПР ТЕРА /- 50...250/, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ТСП 100П	шт.	1	ТЭРА Україна
2а	Термометр опору ТСП-У-1-100П-В-3-250-6-М20х1,5-40-2000-ПР ТЕРА /- 50...250/, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ТСП 100П	шт.	1	ТЭРА Україна

2б	Електропневматичний позиціонер ЕРТА-В1, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ЕРТА-В1	шт	1	
2в	Пневматичний клапан Dwyer 217WA4230	217WA4230	шт	1	Dwyer
3а	Термометр опору ТСП-У-1-100П-В-3-250-6-М20х1,5-40-2000-ПР ТЕРА /-50...250/, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ТСП 100П	шт.	1	ТЭРА Україна
4а	Термометр опору ТСП-У-1-100П-В-3-250-6-М20х1,5-40-2000-ПР ТЕРА /-50...250/, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ТСП 100П	шт.	1	ТЭРА Україна
5а	Термометр опору ТСП-У-1-100П-В-3-250-6-М20х1,5-40-2000-ПР ТЕРА /-50...250/, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ТСП 100П	шт.	1	ТЭРА Україна
6а	Термометр опору ТСП-У-1-100П-В-3-250-6-М20х1,5-40-2000-ПР ТЕРА /-50...250/, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ТСП 100П	шт.	1	ТЭРА Україна
7а	Термометр опору ТСП-У-1-100П-В-3-250-6-М20х1,5-40-2000-ПР ТЕРА /-50...250/, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ТСП 100П	шт.	1	ТЭРА Україна
7б	Електропневматичний позиціонер ЕРТА-В1, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ЕРТА-В1	шт	1	
7в	Пневматичний клапан Dwyer 217WA4230	217WA4230	шт	1	Dwyer
8а	Датчик тиску KOBOLD SEN-87, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	SEN-87	шт.	1	KOBOLD США
9а	Датчик тиску KOBOLD SEN-87, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	SEN-87	шт.	1	KOBOLD США
9б	Електропневматичний позиціонер ЕРТА-В1, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ЕРТА-В1	шт	1	
9в	Пневматичний клапан Dwyer 217WA4230	217WA4230	шт	1	Dwyer
10а	Витратомір KOBOLD RCD 12, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	RCD 12	шт.	1	KOBOLD США
10б	Електропневматичний позиціонер ЕРТА-В1, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ЕРТА-В1	шт	1	

		№ докум.	Підпис	

Кваліфікаційна робота

Лист

34

11а	Витратомір KOBOLD RCD 12, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	RCD 12	шт.	1	KOBOLD США
12а	Витратомір KOBOLD RCD 12, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	RCD 12	шт.	1	KOBOLD США
13а	Витратомір KOBOLD RCD 12, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	RCD 12	шт.	1	KOBOLD США
13б	Електропневматичний позиціонер ЕРТА-В1, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ЕРТА-В1	шт	1	
13в	Пневматичний клапан Dwyer 217WA4230	217WA4230	шт	1	Dwyer
14а	Датчик вологості ТЭРА ДВУТ 02, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ДВУТ 02	шт	1	ТЭРА Україна
14б	Електропневматичний позиціонер ЕРТА-В1, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ЕРТА-В1	шт	1	
14в	Пневматичний клапан Dwyer 217WA4230	217WA4230	шт	1	Dwyer
15а	Датчик вологості ТЭРА ДВУТ 02, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ДВУТ 02	шт	1	ТЭРА Україна
15б	Електропневматичний позиціонер ЕРТА-В1, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ЕРТА-В1	шт	1	
15в	Пневматичний клапан Dwyer 217WA4230	217WA4230	шт	1	Dwyer
16а	Датчик вологості ТЭРА ДВУТ 02, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ДВУТ 02	шт	1	ТЭРА Україна
16б	Електропневматичний позиціонер ЕРТА-В1, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ЕРТА-В1	шт	1	
16в	Пневматичний клапан Dwyer 217WA4230	217WA4230	шт	1	Dwyer
17а	Датчик вологості ТЭРА ДВУТ 02, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ДВУТ 02	шт	1	ТЭРА Україна
17б	Електропневматичний позиціонер ЕРТА-В1, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ЕРТА-В1	шт	1	
18в	Пневматичний клапан Dwyer 217WA4230	217WA4230	шт	1	Dwyer

		№ докум.	Підпис	

18а	Датчик вологості ТЭРА ДВУТ 02, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ДВУТ 02	шт	1	ТЭРА Україна
18б	Електропневматичний позиціонер ЕРТА-В1, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА	ЕРТА-В1	шт	1	
18в	Пневматичний клапан Dwyer 217WA4230	217WA4230	шт	1	Dwyer
19б	Перетворювач частоти Lenze 820 SMD 0,25...22 кВт	820 SMD	шт	1	Lenze Німеччина
20б	Перетворювач частоти Lenze 820 SMD 0,25...22 кВт	820 SMD	шт	1	Lenze Німеччина
21б	Перетворювач частоти Lenze 820 SMD 0,25...22 кВт	820 SMD	шт	1	Lenze Німеччина

#### 2.4. Проектне компонування мікропроцесорних контролерів

Управління процесом здійснюється за допомогою мікропроцесорного багатофункціонального контролера *Modicon M340*. Він призначений для збору, обробки інформації, реалізації функцій контролю, програмо-логічного управління, регулювання, протиаварійних захистів і блокувань.

*Modicon M340* – промисловий контролер нового покоління фірми Schneider Electric, для програмування якого використовується програмне забезпечення *UNITY PRO*. *Modicon M340* – контролер модульного типу, конфігурація якого вибирається в залежності від кількості входів-виходів і алгоритму управління. Модулі кріпляться на *шасі*, яке виконує механічну та електричну функції. Така конструкція дає можливість гарячої заміни модулів без зупинки контролера. *M340* може включати від 1-го до 4-х *шасі* з різною кількістю місць для установки модулів (від 4-х до 12-ти) , об'єднаних між собою *BusX* шиною, загальною довжиною до 30 м. Конструктивно *M340* може складатись з таких основних елементів (рис.2.5.):

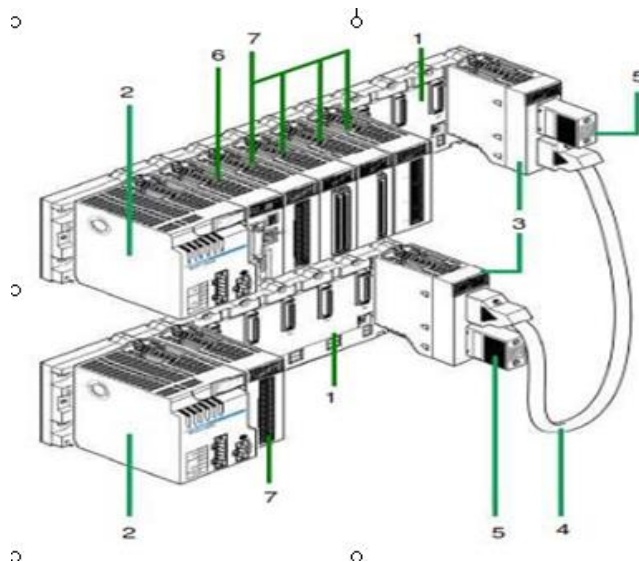


Рис.2.5.Контролер Modicon M340

1. Шасі, на яких встановлюються модулі. 2. Модуль живлення, який обов'язково повинен бути присутнім в кожному шасі, і який встановлюється на спеціально відведеному місці у шасі. 3. Модуль розширення для контролерів побудованих на базі декількох шасі. 4. Кабелі розширення BusX, що з'єднує модулі розширення на суміжних шасі. 5. Термінуючі резистори в кінцевих модулях розширення архітектури M340. 6. Процесорний модуль, який обов'язково розміщується в посадочному місці з номером 00 у шасі, яке має номер 0. 7. Модулі вводу/виводу та модулі спеціального призначення, які розміщуються в будь якому посадочному місці.

Основним конструктивним елементом контролера є шасі (рис.2.6). З одного боку, шасі використовується як конструктивний елемент, на якому розміщуються й закріплюються окремі модулі контролера, з іншого – шасі має загальну шину BusX, по якій відбувається як живлення модулів, установлених в шасі, так і обмін сигналами та даними між окремими модулями контролера. Шасі може кріпитися як на стандартну DIN-рейку так і з допомогою гвинтів.

Шасі відрізняються за кількістю місць для встановлення модулів, відповідно на 4 (BMX XBP 0400), 6 (BMX XBP 0600), 8 (BMX XBP 0800) та 12 (BMX XBP 1200) позицій. У разі необхідності використовувати велику кількість модулів контролер може складатись з декількох шасі (рис.2.). У цьому

випадку в роз'єм ХВЕ кожного шасі встановлюються модулі розширення ХВЕ 1000, які з'єднуються BusX кабелем (кутовим ВМХ ХВС •••К або прямим TSX СВУ •••К, де ••• - довжина в дециметрах). Кожен модуль розширення має перемикач за допомогою якого виставляється адреса шасі в діапазоні від 0 до 3. Послідовність адресації шасі може не співпадати з їх фізичним розміщенням, однак процесорний модуль завжди повинен знаходитись в шасі за номером 0. В кінцевих модулях розширення встановлюють термінатори шини TSX TLY EX типу А та В, відповідно у вхідний роз'єм – для першого модуля розширення та вихідний – для останнього.

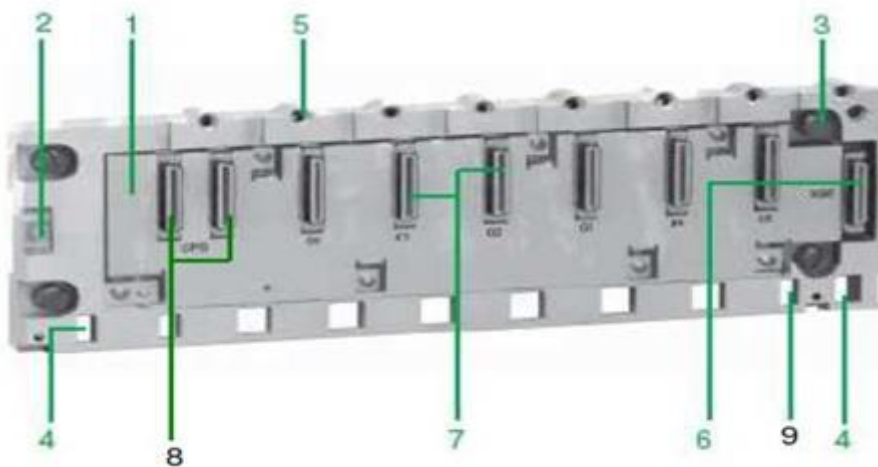


Рис.2.6. Шасі Modicon M340

1. Металева рама. 2. Клема заземлення. 3. Отвори для кріплення шасі. 4. Кріплення для заземлення екранів кабелів. 5. Різьбові отвори під гвинт для закріплення кожного модуля. 6. Роз'єм для модуля розширення (маркований як ХВЕ). 7. Роз'єми для процесорного модуля, модулі вводу/виводу, комунікаційних модулів та модулів спеціального призначення. 8. Роз'єми для модуля живлення (маркований як CPS). 9. Отвори для установочних штирів модулів.

Таблиця 2.2. Загальні характеристики процесорних модулів

Характеристика		BMX P34 1000	BMX P34 2000	BMX P34 2010	BMX P34 2020	BMX P34 2030
Макс. кількість	шасі	2			4	
	дискретних вх+вих.	512			1024	
	аналогових вх+вих	128			256	
	лічильних каналів	20			36	
Об'єм РАМ	загальний розмір	2048 Кб			4096 Кб	
	для програм, констант, символів	1792 Кб			3584	
	для даних	128 Кб			256 Кб	
Макс. кількість об'єктів	локалізовані внутрішні біти %Mi	16250			32464	
	локалізовані внутр. слова %MWi				32464	
	нелокалізовані внутрішні дані	128 Кб			256 Кб	
вбудовані комунікації	послідовний RS-485/RS-232C	+	+	+	+	-
	Ethernet TCP/IP	-	-	-	+	+
	CANOpen	-	-	+	-	+

У кожному процесорному модулі M340 є вбудований USB-інтерфейс (рис.2.7., поз 3), який призначений для підключення терміналу програмування (комп'ютер зі встановленим UNITY PRO), а також для з'єднання зі операторськими станціями з встановленим програмним забезпеченням SCADA/HMI, а також з операторськими панелями. Для цього можна використати спеціальний екранований кабель, який поставляється у комплекті з процесорним модулем M340, або стандартний USB кабель з роз'ємом mini B. У будь-якому випадку довжина кабелю не може перевищувати 5 м

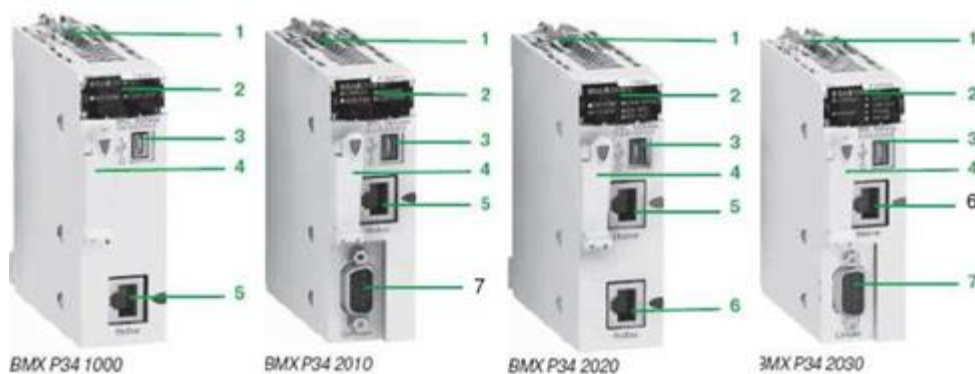


Рис.2.7. Процесорні модулі Modicon M340

1. Гвинт для закріплення модуля на шасі.
2. Блок індикації.
3. Роз'єм USB mini B для підключення терміналу програмування, або засобів SCADA/HMI;
4. Відсік для карти пам'яті;

5. Роз'єм RJ45 для підключення кабелю послідовного інтерфейсу RS-485 та RS-232C, по

Modbus RTU/ASCII або символного режиму (маркування чорним кольором);

6. Роз'єм для підключення кабелю Ethernet TCP/IP 10BASE-T/100BASE-TX (маркування зеленим кольором).

У спеціальному слоті (рис.2.7., поз 4) розміщується SD-карта пам'яті.

На карті, що входить у комплект стандартної поставки M340 (об'ємом 8 Мбайт), зберігається загрузочний проект, вбудовані діагностичні Веб-сторінки, а також при необхідності вихідний код проекту, константи та діалогові таблиці. Альтернативний варіант – використання карти обсягом 128 Мб, з підтримкою збереження даних користувача з прикладної програми, а також файлових операцій через FTP Сервер.

Кожний процесорний модуль може вміщувати один або два вбудовані комунікаційні канали з комбінації (рис .14.): послідовний Modbus Serial RS-232/RS-485, Ethernet TCP/IP та CANOpen. Крім функцій обміну з іншими пристроями системи, Modbus RTU (Serial) та Modbus TCP/IP (Ethernet) забезпечують доступ терміналу програмування UNITY PRO до контролера.

#### *Дискретні модулі.*

Загальна характеристика. Модулі дискретних входів/виходів M340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Ці модулі відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за типом вхідних та вихідних каналів і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні).

Типи модулів. Дискретні модулі можуть мати входи/виходи постійного струму (DC) на 24 VDC та 48 VDC з позитивною (sink) або негативною (source) логікою підключення, або змінного струму (AC) на 100-240 VAC.

									Лист
									40
		№ докум.	Підпис						

Таблиця 2.3. Основні технічні характеристики дискретних модулів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Підключення
Модулі дискретних входів			
BMX DDI1602	16	24 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
BMX DDI1603	16	48 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAI1602	16	24 VDC негативна логіка або 24 VAC	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAI1603	16	48 VAC	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAI1604	16	100..120 VAC	20-конт. з'ємна кол.
BMX DDI3202K	32	24 VDC, позитивна логіка	40-конт. роз'єм
BMX DDI6402K	64	24 VDC, позитивна логіка	два 40-конт. роз'єми
Модулі дискретних входів та виходів (змішані)			
BMX DDM16022	8 Вх	24 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
	8 Вих	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.5 А	
BMX DDM16025	8 Вх	24 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
	8 Вих	релейні VDC/VAC, незахищені, 2 А	
BMX DDM3202K	16 Вх	24 VDC, позитивна логіка	40-конт. роз'єм
	16 Вих	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.1 А	
Модулі дискретних виходів			
BMX DDO3202K	32	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.1 А	40-конт. роз'єм
BMX DDO6402K	64	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.1 А	два 40-конт. роз'єми
BMX DDO1602	16	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.5 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DDO1612	16	24 VDC, захищені, негативна логіка, 0.1 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAO1605	16	тиристорні 100...240VAC, незахищені, 0.6 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DRA0805	8	релейні VDC/VAC, незахищені, 3 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DRA1605	16	релейні VDC/VAC, незахищені, 2 А	20-конт. з'ємна кол.

Доступні модулі з транзисторними або релейними виходами. Виходи можуть бути захищені від короткого замикання. Всі дискретні входи та виходи ізольовані від внутрішньої шини. У таблиці 3 наведені основні технічні характеристики дискретних модулів.

Способи підключення. Дискретні модулі за способом підключення зовнішніх сигналів можуть бути з 20-контактною з'ємною клемною колодкою (рис.6. варіант А) або з 40-контактними з'єднувальними роз'ємами (рис.6. варіант Б).

Для модулів з клемною колодкою (варіант А) додатково замовляється 20-контактна з'ємна клемна колодка ВМХ FTB 20•0, або готовий кабель, який на одному кінці має клемну колодкою, а на іншому вільні провідники (з розпушеними кінцями) з кольоровим маркуванням (рис.2.8, а).



Рис.2.8. Зовнішній вигляд дискретних модулів з різними варіантами підключення

1- корпус; 2- маркування модуля; 3- панель індикації станів каналів; 4 – роз’єм для підключення з’ємної клемної колодки (варіант А) або виносної клемної колодки (варіант Б)

Існують три види 20-контактних клемних колодок:

- гвинтова клемна колодка VMX FTB 2000;
- колодка з гвинтовими зажимами VMX FTB 2010;
- пружинна клемна колодка VMX FTB 2020;

З’ємні клемні колодки поставляються з аксесуарами для кодування, що дає можливість забезпечити унікальний механічний ключ для кожної пари – модуль- клемна колодка (рис.2.9.). Іншими словами, кодування виключає можливість підключення клемної колодки, яка була встановлена на модулі до іншого модуля.

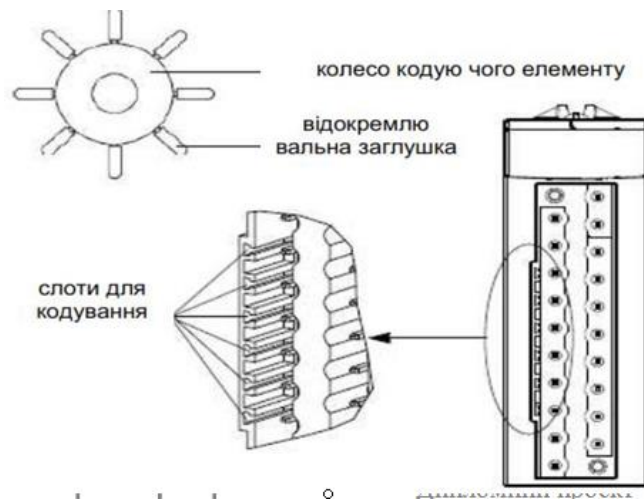


Рис.2.9. Механічне кодування модулів.

Модулі з роз'ємами (варіант Б) на 32 канали мають один 40-контактний роз'єм, на 64 канали – два роз'єми. До таких модулів додатково замовляються спеціальні кабелі з 40-контактним з'єднувачем в одному з двох варіантів:

- FCW••3, які з іншого боку мають розпушений кінець з кольоровим маркуванням провідників (рис.2.10. б);
- FCC••3, які з іншого боку мають два з'єднувачі HE10 для підключення до виносних клемних колодок типу Telefast ABE (рис.17.в).

Підключення з використанням кабелів з розпушеним кінцем проводиться через додаткову клемну колодку довільного виробника.

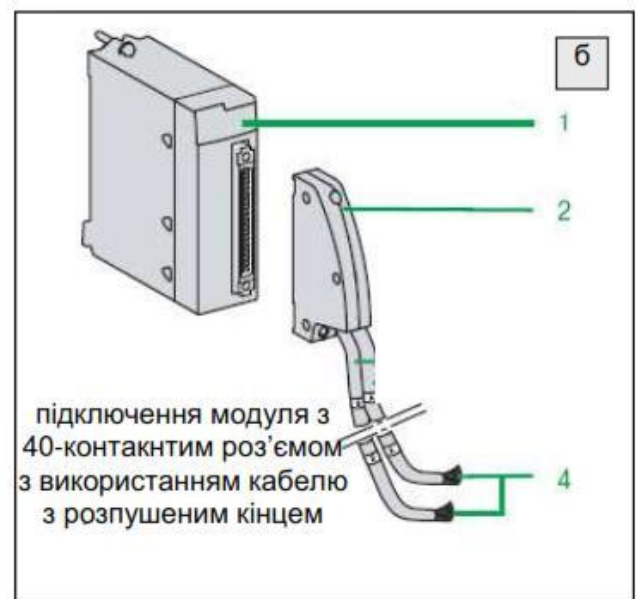
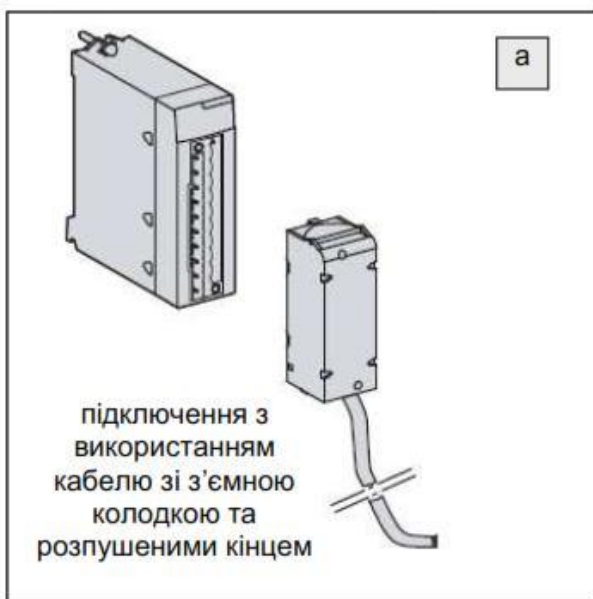
Підключення модулів через кабелі з HE10 з'єднувачами проводиться тільки з використанням спеціальних виносних блоків з клемними колодками системи швидкого монтажу Telefast ABE. Schneider Electric пропонує дуже велику гаму блоків Telefast для дискретних модулів, які відрізняються:

- кількістю та типом каналів, які обслуговує даний блок;
- типом клем (гвинтові, пружинні);
- наявністю розподілення живлення;
- наявністю гальванічних розв'язок між каналами, між блоком та дискретним модулем;

- вбудованими додатковими функціями перетворення сигналу (вбудовані або з'ємні твердотільні або електромеханічні реле на різні потужності);

- наявністю додаткових функцій захисту;
- наявністю світлових індикаторів;
- наявністю можливості ручного включення/відключення сигналу;
- іншими додатковими опціями.

Усі блоки Telefast мають змінний плавкий запобіжник, який захищає входи/виходи модуля від перевантаження.



		№ докум.	Підпис	

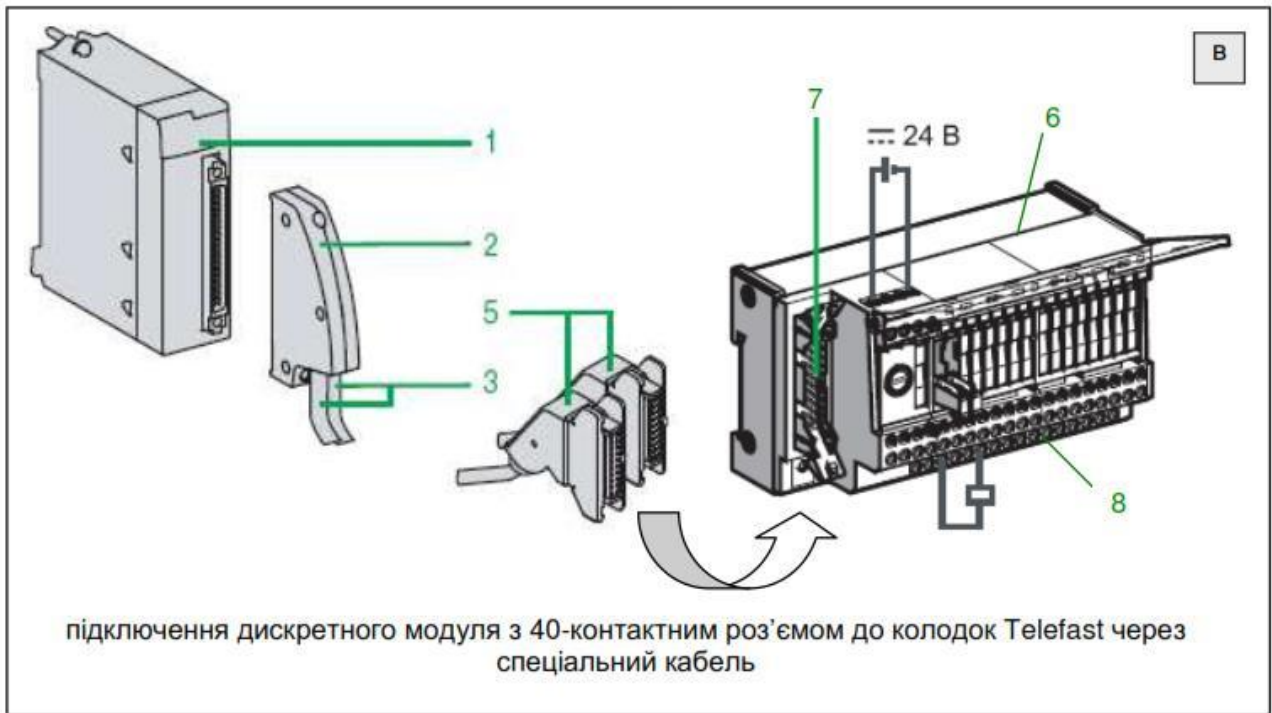


Рис.2.10. Способи підключення технічних засобів до дискретних модулів  
 1 - дискретний модуль; 2 - 40-контактний роз'єм; 3 – кабель FCC••3;  
 4 – розпушений кінець кабеля; 5 – з'єднувачі типу HE10 для підключення до  
 виносних клемних колодок типу Telefast; 6 – виносна клемна колодка типу  
 Telefast; 7 – роз'єм типу HE10; 8 – клеми для підключення зовнішніх сигналів;

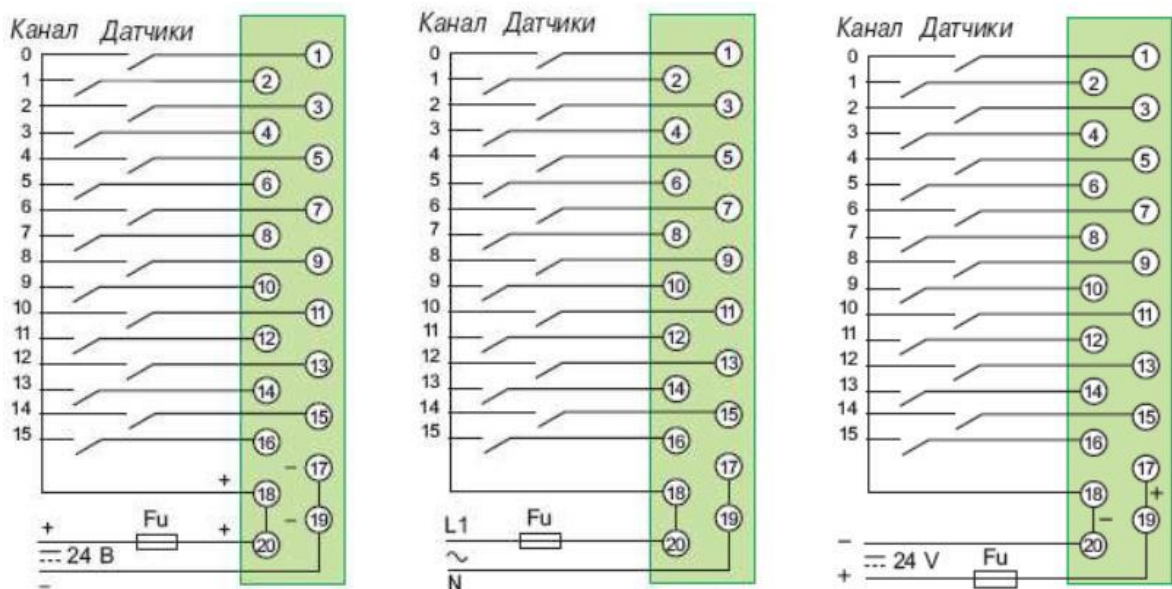
Одним із універсальних блоків Telefast для дискретних входів/виходів є ABE7H16R21, який може підключатися до будь яких модулів з 40-контактним з'єднувачем з використанням кабеля FCC••3 (•• - залежить від довжини кабеля). Він використовується для підключення 16 дискретних входів або 16 дискретних виходів окремими парами гвинтових клем колодки.

Перелік необхідних аксесуарів для дискретних модулів зведений в таблицю 4. У таблиці 4 не наведений перелік аксесуарів для способів підключення кабелів з розпушеним кінцем та клемних колодок з підключенням до Telefast. У таблиці 4 також наведений тільки один варіант блоку Telefast.

Таблиця 2.4. Монтажні аксесуари для підключення кретних модулів

Позначення модуля	Тип підключення	Спосіб підключення
Модулі дискретних входів		
BMX DDI1602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DDI1603	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAI1602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAI1603	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAI1604	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DDI3202K	40-контактний роз'єм	кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.
BMX DDI6402K	40-контактний роз'єм	(кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.) – 2 комплекти
Модулі дискретних виходів		
BMX DDO3202K	40-контактний роз'єм	кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.
BMX DDO6402K	два 40-контактні роз'єми	(кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.) – 2 комплекти
BMX DDO1602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DDO1612	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAO1605	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DRA0805	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DRA1605	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0

Схеми підключення. На рис.2.11-2.13 показані схеми підключення дискретних датчиків та виконавчих механізмів до деяких модулів зі з'ємною клемною колодкою. На рис.21. показана схема підключення до модулів з 40-контактним роз'ємом, на прикладі модуля змішаного типу BMX DDM3202K та блоку Telefast ABE 7H16R21.



а) BMX DDI 1602 (DC)

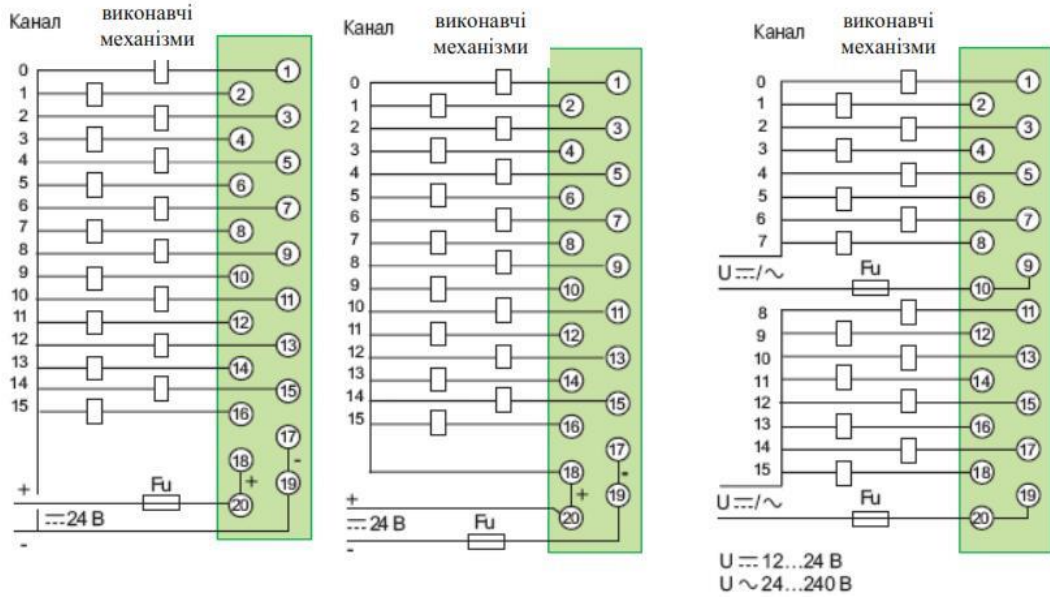
б) BMX DAI 1602/1603/1604 (AC)

с) BMX DAI 1602 (DC негат. логіка)

	№ докум.	Підпис	

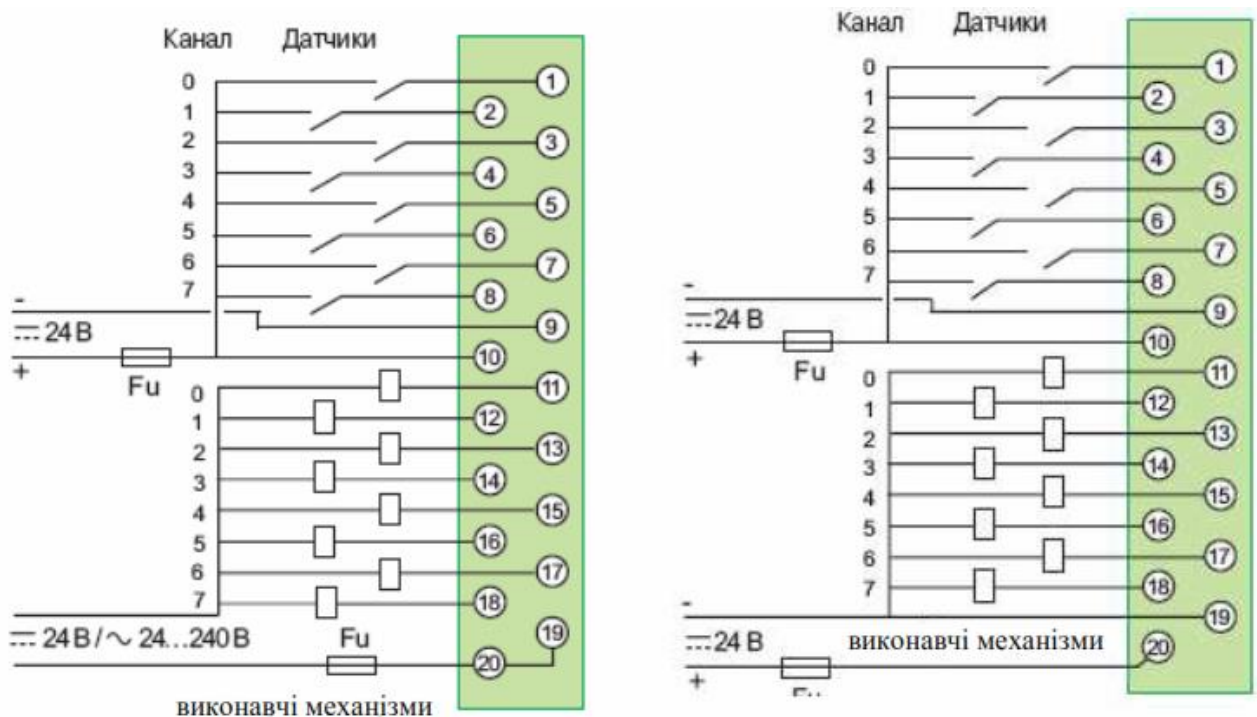
Рис.2.11. Підключення модулів дискретних входів зі з'ємними колодками

BMX DDO 1602 (DC)    BMX DDO 1612 (DC негат. логіка)    BMX  
DRA 1605 (реле)



а) BMX DDO 1602 (DC)    б) BMX DDO 1612 (DC негат. логіка)  
в) BMX DRA 1605 (реле)

Рис.2.12. Підключення модулів дискретних виходів зі з'ємними колодками



а) BMX DDM 16025

б) BMX DDM 16022

Рис.2.13. Підключення змішаних дискретних модулів зі з'ємними колодками

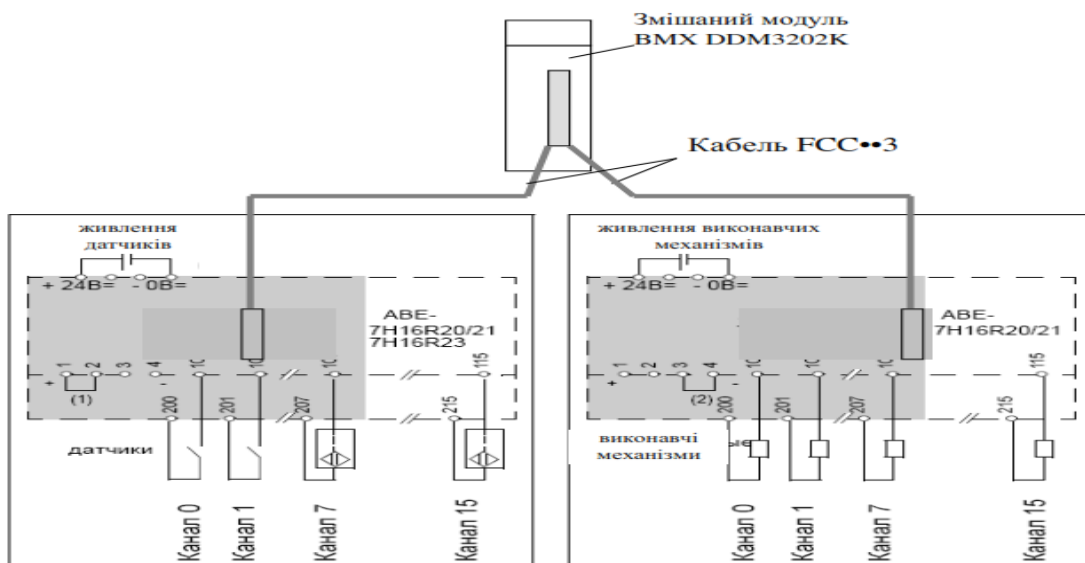


Рис.2.14. Схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до Telefast ABE 7H16R21 на прикладі модуля BMX DDM3202K

### Аналогові модулі

Загальна характеристика. Модулі аналогових входів/виходів M340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Як і дискретні модулі, аналогові відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за характеристикою і діапазоном сигналів (напруга, струм, термометри опору, тощо), наявністю гальванічного розподілення і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні).

Типи модулів. Перелік всіх типів аналогових модулів M340 наведений в таб.4.

Таблиця 2.5 .Основні технічні характеристики аналогових модулів

Позначення модуля	Кількість каналів	Діапазон сигналу	Характеристики каналів	Підключення
Модулі аналогових входів				
BMX ART 0414	4	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
BMX ART 0814	8	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
BMX AMI 0410	4	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс	20-контактна з'ємна колодка
BMX AMI 800	8	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, з загальною точкою підключення, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
BMX AMI 810	8	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
BMX AMO 0210	2	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX AMO 410	4	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX AMO 802	8	$0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, загальна точка	20-конт. з'ємна кол.

Аналогічно аналоговим модулям Modicon Premium, аналогові вхідні модулі M340 виконують функції:

- сканування вхідних каналів різного діапазону за допомогою безконтактного мультиплексування;
- аналогово-цифрове перетворення;
- фільтрація сигналів;
- моніторинг модуля: тестування ланок перетворення, вхідний контроль перевищування рівня сигналу, тест наявності клемної колодки.

Модулі аналогових виходів виконують функції:

- цифро-аналогове перетворення;
- захист каналів модулів від перевантаження;
- моніторинг модуля: тест перетворення, тест виходу за межі, тест наявності клемної колодки.

Способи підключення. Подібно дискретним модулям за способом підключення зовнішніх сигналів, аналогові модулі можуть бути: з 20-

контактною з'ємною клемною колодкою, з 28-контактною клемною колодкою або з 40- контактними з'єднувальними роз'ємами. З'ємні клемні колодки поставляються з аксесуарами для кодування, що дає можливість забезпечити унікальний механічний ключ для кожної пари – модуль-клемна колодка.

### *Конфігурування МПК MODICON M340*

Для управління об'єктом необхідно сконфігурувати МПК який забезпечує підключення:

*Таблиця 2.6. Конфігурування МПК*

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	20
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	20

#### Вибір процесорного модуля

Кількість аналогових входів і виходів : 40. Враховуючи кількість каналів вводів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль VMX P34 2010.

#### Вибір модулів вводу/виводу

4 VA 4-20 mA – VMX AMI 410 – 5 шт.

8 AV 4-20 mA – VMX AMO 0802 – 3 шт

Вибір шасі, додаткових модулів та аксесуарів для шасі

Загальна кількість модулів разом з процесором: 1 CPU + 5 AI + 3AO= 9  
Таким чином мені потрібне лише одне шасі на 12 місць (VMX XBP 1200)

Таблиця 2.7. Специфікація на замовлення контролера та комплектуючих

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						50
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Модулі вводу/виводу		Характеристики
‘Найменування	Кількість	
BMX ХВР 0800 Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
BMX CPS 2000 Блок живлення	1	Напруга живлення 100...240 VAC Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_VAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_VAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_VAC та 24V_VAC (P3V3_24V) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)
BMX P34 2010 Центральний процесор	1	Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лічильних каналів 20 Об’єм RAM загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об’єктів: локалізовані внутрішні біти %Mi 16250 локалізовані внутр. Слова %MWi 32464
BMX AMI 410 Модуль аналогових входів	4	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0...10V, 0...5V, ...20mA, 4...20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 28-контактна з’ємна колодка
BMX AMO 410 Модуль аналогових виходів	4	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0...20mA, 4...20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 28-конт. з’ємна кол.

		№ докум.	Підпис	



Рис.2.15. Розміщення модулів у шасі

### 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

#### 3.1. Загальна схема підключення

В даному проекті розроблена принципова електрична конфігураційна схема автоматичного регулювання на базі мікропроцесорного контролера “Modicon M340” (креслення 2).

Принципова схема системи автоматизації - це схема, що показує зв'язок і взаємодію окремих елементів, пристроїв автоматизації за допомогою умовних позначень, при цьому кожен елемент схеми виконує визначену функцію і не може бути поділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Таким чином, принципові схеми визначають повний склад елементів системи автоматизації.

Схеми електричні принципові виконуються на стадії «Робоча документація». Розробляють такі схеми електричні:

- 1) схеми електричні принципові живлення;
- 2) схеми електричні принципові сигналізації і блокування;
- 3) схеми електричні принципові контролю і автоматизації;
- 4) схеми електричні принципові управління електродвигунами і виконуючими механізмами.

На основі цих схем розробляються: монтажні схеми щитів і пультав, схеми зовнішніх з'єднань, схеми електричні контролю і автоматизації, схеми електричні принципові сигналізації і блокування та ін. Вони використовуються при монтажі і наладці системи автоматизації, а також дають можливості для вивчення принципу дії системи автоматизації.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Моренець В.Е.			Розробка системи автоматизації хлібопекарської газової печі ПХС-25	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кишенько В.Д.					53	17
Зав.кафедри.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секретар ЕК		Проскурка Е.С.						

Схеми електричні принципові виконуються, як правило, стосовно до окремих установок або ланок автоматизованої системи (наприклад, «Схема електрична принципова регулювання рівня», «Схема електрична принципова сигналізації роботи випарної установки»). При виконанні цих схем використовується розвернуте зображення елементів автоматизації.

Ці схеми розглядаються на стадії проектування «Робоча документація» і служать для проектування живлення засобів контролю і автоматизації, розрахунку витрат електроенергії.

Проектування систем електроживлення здійснюється на основі ВСН 205-84/ММСС ССРСР "Инструкции по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов" та РМ4-4-85 «Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование систем электропитания», а також нормативних вимог конкретних виробництв. В загальному випадку на кресленнях таких схем повинна бути показана:

- 1) апаратура вмикання і вимикання джерел живлення і споживачів електроенергії;
- 2) апаратура контролю напруги;
- 3) назва споживачів електроенергії;
- 4) загальні пояснення і примітки;
- 5) креслення, які відносяться до даної схеми;
- 6) перелік апаратури.

Схеми живлення можна суміщати з іншими схемами автоматизації проекту (наприклад сигналізації).

Для відображення стану окремих елементів об'єкта і сповіщення про порушення нормального ходу виробничих процесів на пунктах управління використовують різного роду світлові і звукові сигнали. Схеми електричні принципової сигналізації можна класифікувати таким чином:

I. По характеру (виду) сигналу: світлова, звукова, змішана сигналізації. Світлова сигналізація може виконуватись рівним світлом, мигаючим світлом, горіння ламп неповним розжарюванням.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						54
		№ докум.	Підпис			

II. По роду струму: схеми на постійному струмі, схеми на змінному струмі.

III. По призначенню:

1) сигналізація стану - для сигналізації про стан технологічного устаткування («Відкрито»-«Закрито», «Увімкнено»-«Вимкнено»);

2) командна сигналізація – дозволяє передати різні вказівки (накази) з одного пункту керування в іншій за допомогою світлових чи звукових сигналів;

3) сигналізація дії захисту і автоматики;

4) технологічна сигналізація – дає інформацію про стан таких технологічних параметрів, як температура, тиск, витрата, рівень. Буває двох видів:

а) попереджувальна сигналізація (сигналізація про ненормальні, але ще допустимі значення параметрів);

б) аварійна сигналізація (про недопустимі значення параметрів).

IV. По принципу дії:

1) схеми з індивідуальним зняттям звукового сигналу;

2) схеми з центральним зняттям звукового сигналу без повторності дії;

3) схеми з центральним зняттям звукового сигналу з повторністю дії.

Алгоритм роботи принципової електричної конфігураційної схеми автоматизованого регулювання, управління та сигналізації (креслення 2). Принцип проходження сигналу оснований поступовим проходженням сигналу через вхідні ПЗО, обробці його програмою написаною на мові “FBD” та видачі регулюючих дій на вихідні ПЗО та виконавчі механізми.

В дипломному проекті багато механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об’єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності,

робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

### **Опис схеми управління електродвигунами з магнітним пускачем**

Схему управління електродвигуном М1 при живленні ланцюга управління фазною напругою зображено на рис.1. За даною схемою здійснюється місцеве управління відповідними приводами.

В ручному режимі роботи електродвигуна М1 при натисканні кнопки SB2 (кнопка “Пуск”) напруга 220 В подається на магнітний пускач KV1, як наслідок замикається його контакт KV1, що забезпечує блокування кнопки “Пуск”, тобто при відпусканні цієї кнопки схема продовжує працювати. Це явище називається самопідхватом. Магнітний пускач, в свою чергу, і запускає двигун.

При натисканні кнопки SB1 (кнопка “Стоп”) електричний ланцюг розривається, на магнітний пускач не надходить струм, розмикається його само підхват, електродвигун зупиняється.

При перемиканні на автоматичний режим роботи електродвигуна М1 за допомогою ключа SA, управління відбувається дискретним виходом з промислового контролера KV1.

Двигун оснащений тепловим реле для захисту від перегріву. Отже, коли двигун перегрівається, розмикаються нормально замкнені контакти теплових реле КК1, розривається ланцюг і двигун зупиняється.

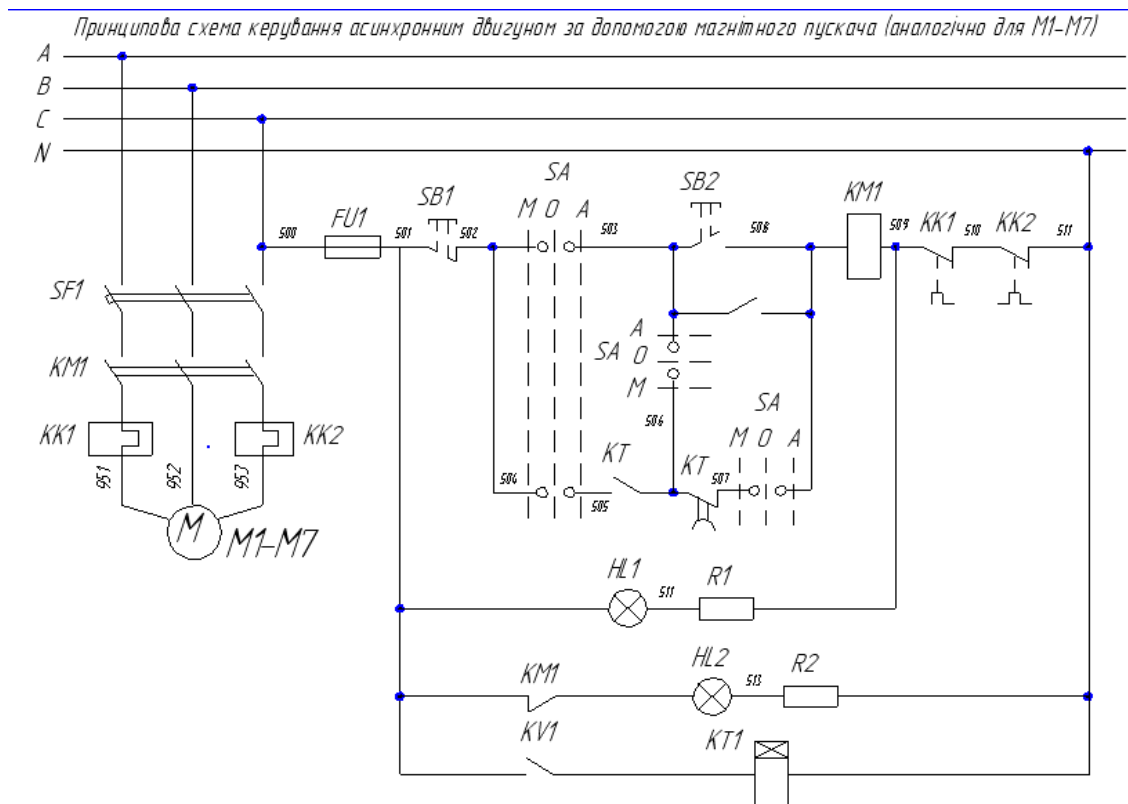
Принципова схема регулювання представляє вимірювання значень технологічних параметрів, обробку сигналів та за заданим алгоритмом видання керуючої дії для зміни положення регулюючого органу за допомогою виконавчих механізмів з метою цілеспрямованого регулювання відповідного параметру згідно технологічного регламенту виробництва.

Всі вхідні сигнали від датчиків поступають на вхідні ПЗО (модулі аналогових входів) після чого програмно обробляються і поступають на вихідні ПЗО (модулі аналогових виходів) і виконавчі механізми та двигуни.

До вхідних ПЗО для контурів регулювання в даному випадку відносяться модуль аналогових входів по 8 каналів кожний TSX AEY 414, який призначений для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА в цифровий сигнал контролера.

Вихідні ПЗО – TSX ASY 410 – модуль аналогових виходів на 4 канали.

Аналоговий сигнал через клемну колодку поступає на сигнальний модуль аналогових входів, після чого оброблюється в центральному процесорі контролера Schneider TSX Premium, де за алгоритмом робочої програми формується керуючий сигнал, що подається на сигнальний модуль аналогових виходів, після якого він здійснює керуючу дію на виконавчий механізм з необхідним устаткуванням (електропневматичні перетворювачі).




Керування двигунами здійснюється з допомогою частотних перетворювачів (Рис. 3.1), змінюючи параметри яких можна змінювати швидкість обертання ротора двигуна. Всі двигуни трифазні з включенням через контактор, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

Також здійснюється керування пальниками у випадку погаснення їх, задля відновлення нормального режиму роботу печі за допомогою відповідних контактів реле.

Схема сигналізації включає в себе світлову сигналізацію, технологічну сигналізацію про входження технологічних параметрів у передаварійні межі, а також про роботу та відключення двигунів. Схема сигналізації реалізована на нижньому рівні АСКТП.

Крім станів двигунів на дисплейній мнемосхемі водображаються такі параметри: сигнал досягнення рівня в основних виробничих збірниках, невідповідність значення тиску пари на нагрівниках чи метану, що подається на пальники тиску.

Для сигналізації роботи електродвигунів використовуємо анімаційне відображення на дисплейній мнемосхемі кольорами (ввімкнений “зелений”) (вимкнений “червоний”), поломка (“ефект мерехтіння”).

В дипломному проекті багато механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						58
		№ докум.	Підпис			

робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

До вхідних ПЗО для контурів регулювання в даному випадку відносяться модуль аналогових входів по 4 канали кожний TSX AMI 0410, який призначений для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА в цифровий сигнал контролера.

Вихідні ПЗО – TSX AMO 0410 – модуль аналогових виходів на 4 канали.

Аналоговий сигнал через клемну колодку поступає на сигнальний модуль аналогових входів, після чого оброблюється в центральному процесорі контролера Modicon M340, де за алгоритмом робочої програми формується керуючий сигнал, що подається на сигнальний модуль аналогових виходів, після якого він здійснює керуючу дію на виконавчий механізм з необхідним устаткуванням (електропневматичні перетворювачі).

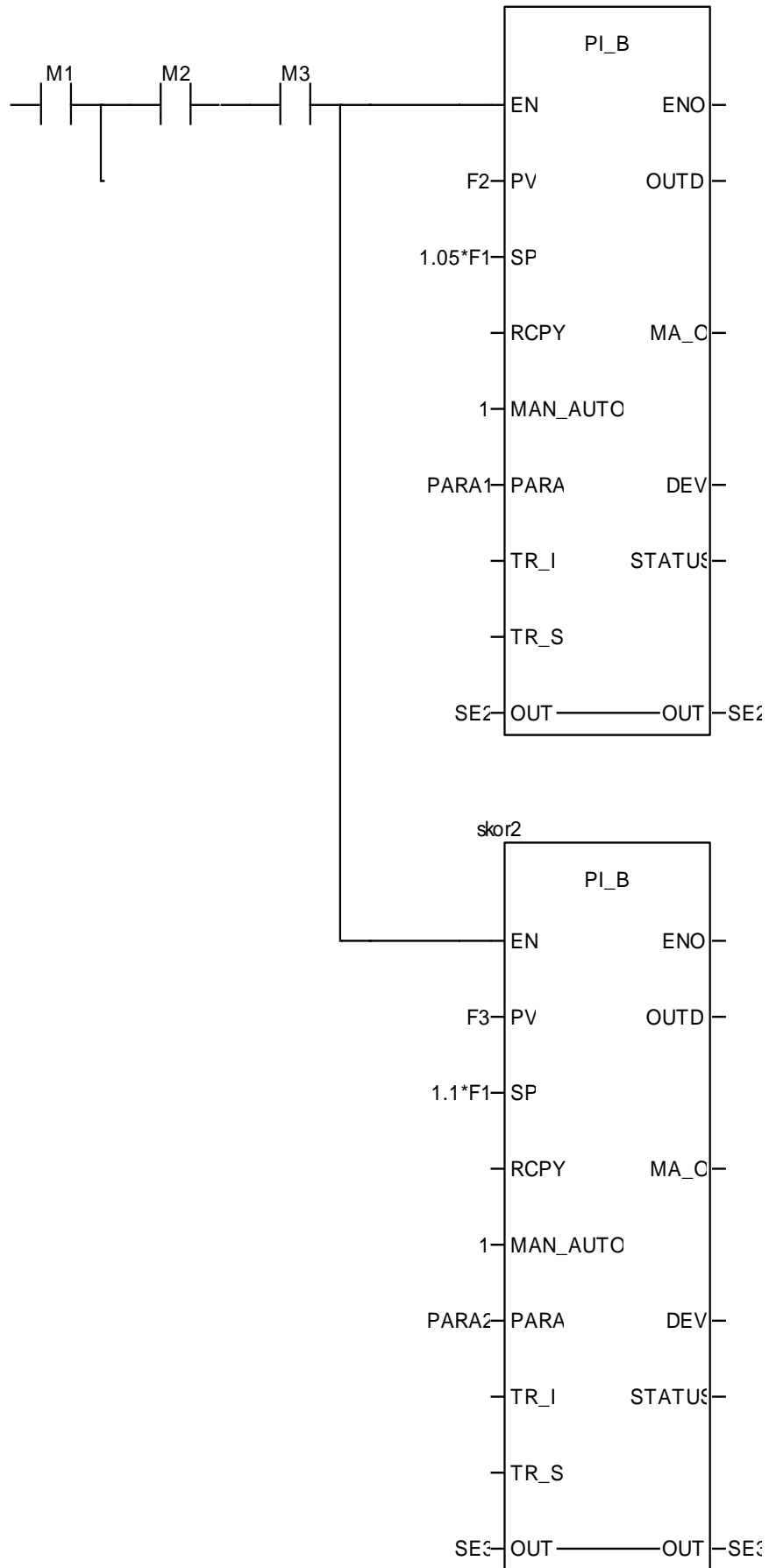
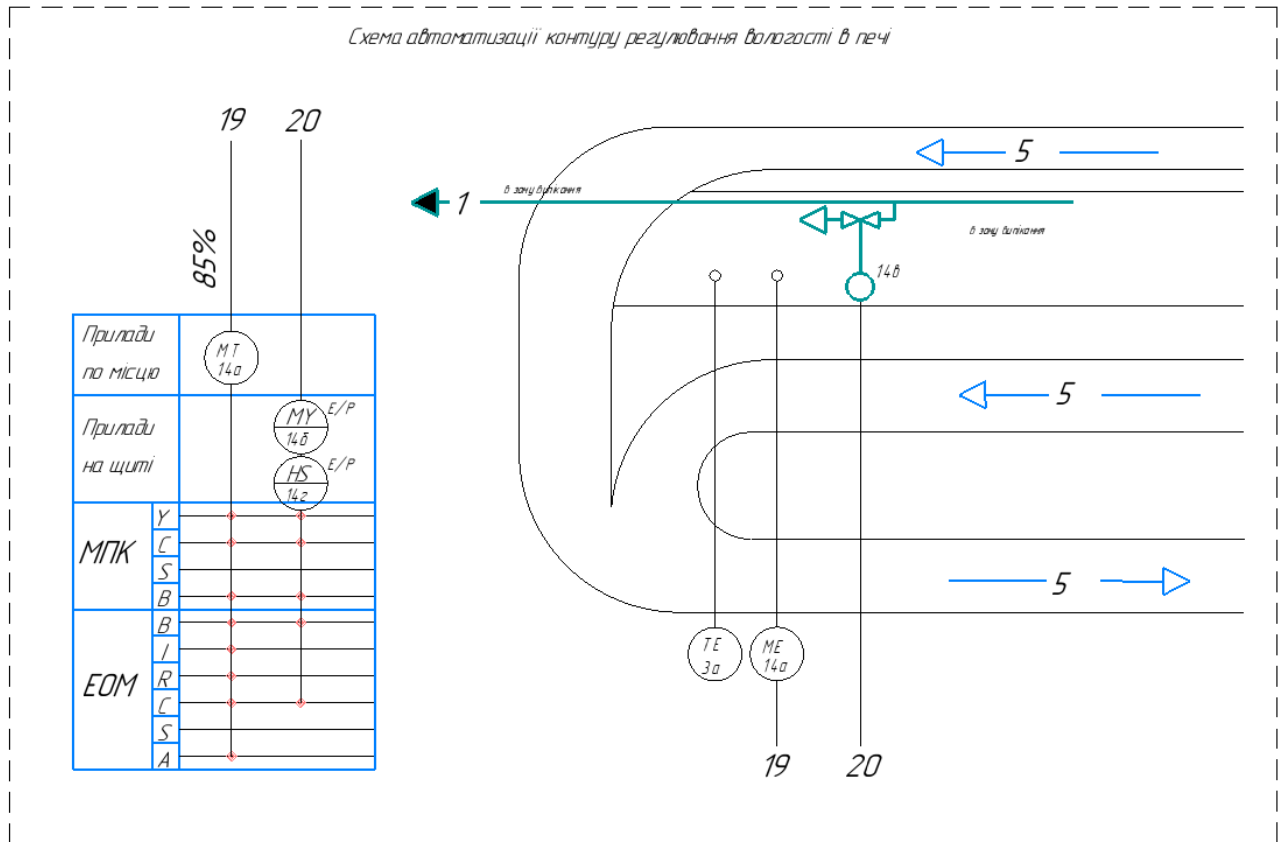


Рис. 3.1 Лістинг програми управління двигунами

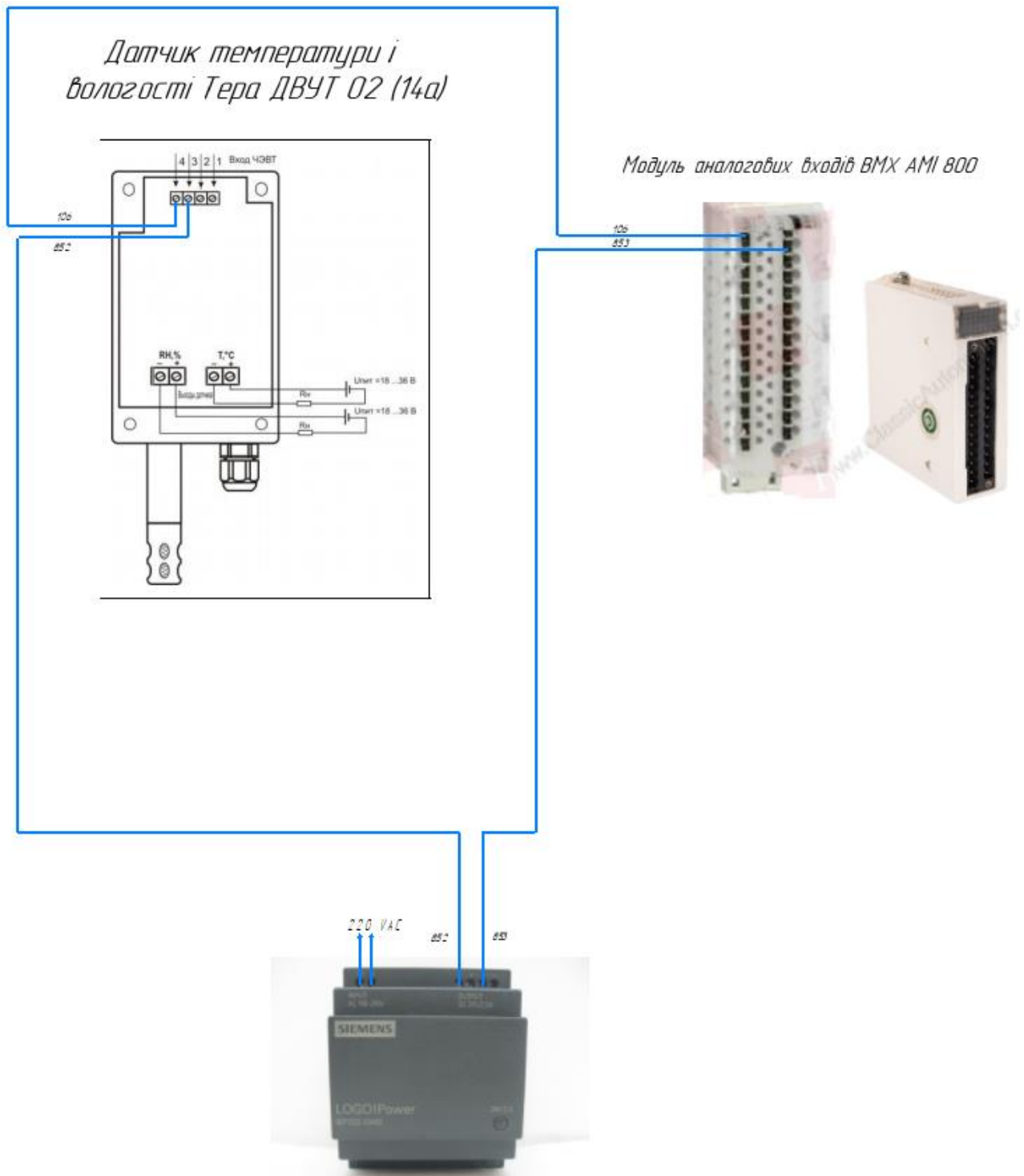
		№ докум.	Підпис	

## 3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів

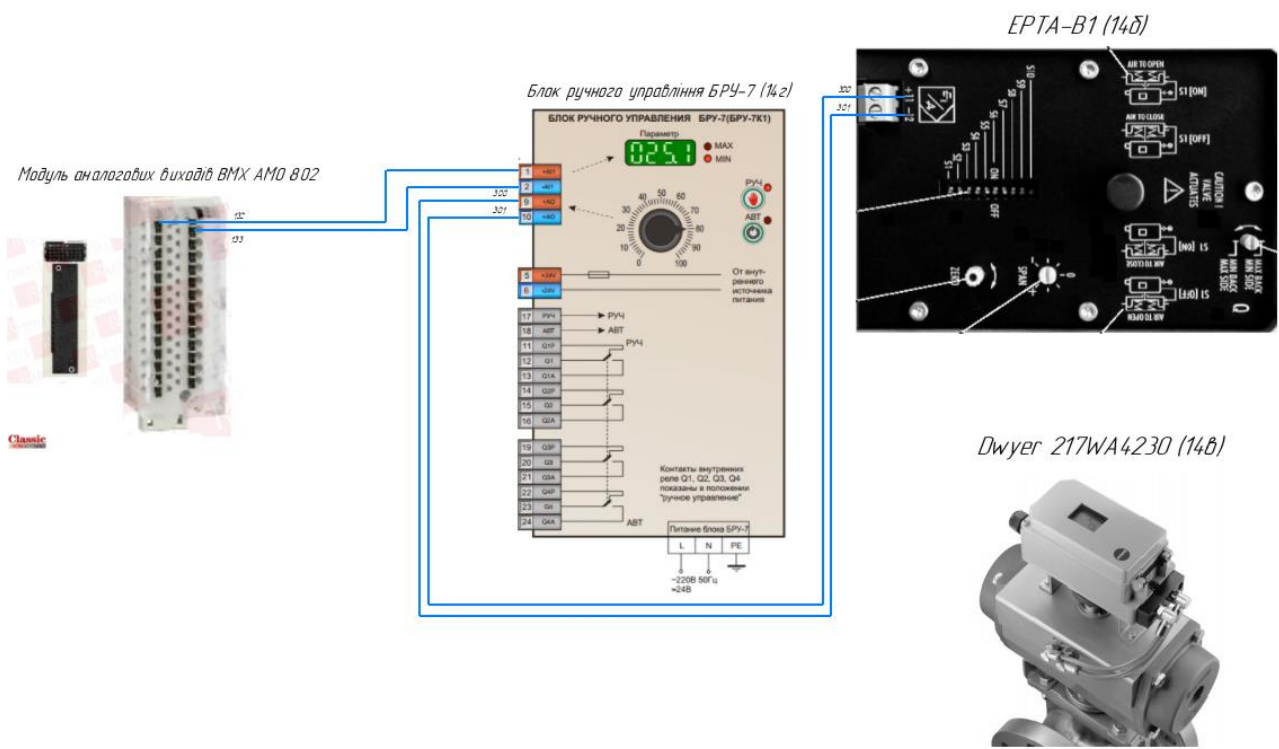
### 3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру



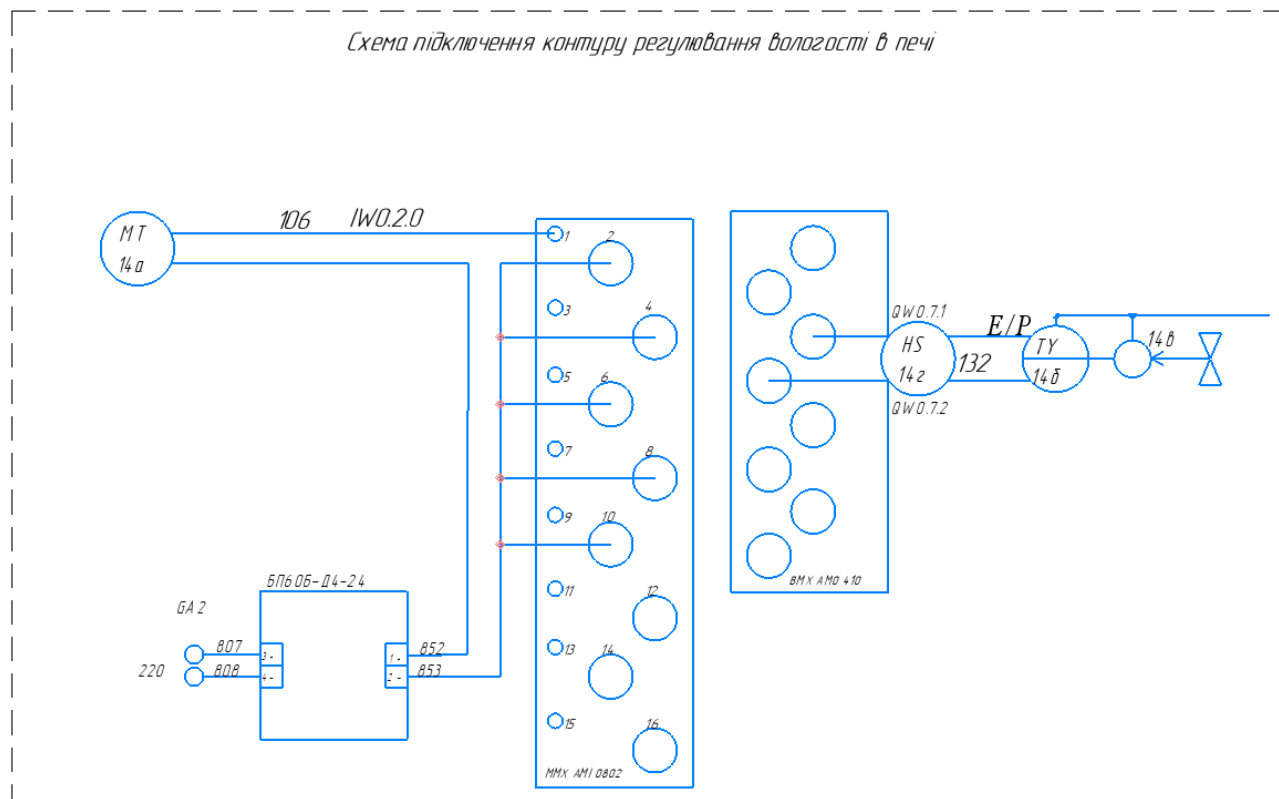
### 3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



		№ докум.	Підпис	



### 3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



	№ докум.	Підпис	

### 3.2.4 Опис схеми підключення

#### Контур регулювання вологості в пекарній камері

Якість хлібобулочних виробів напряму залежить від вологості в пекарній камері. Тому є важливим регулювання цієї величини. Вимірювання проводиться промисловим вологоміром Тера ДВУТ 02 (14а), сигнал якого поступає на МПК, на виході з МПК сигнал поступає на електро-пневмо перетворювач ЕРТА-В1 (14б), а з нього пневматичний сигнал на пневмоклапан Dwyer 217WA4230 (14в), змінюючи кількість пари, що подається на зволоження в пекарню камеру.

Також передбачено ручне та дистанційне управління контуром регулювання витрати за допомогою блоку ручного управління БРУ-7 (14г). Сигнал із датчика надходить на вхід БРУ і відображається на екрані. Вихід БРУ з'єднаний із пневмоперетворювачем 14б. Якщо режим роботи автоматичний, то управляючий сигнал 4-20 мА, через модуль аналогових виходів МПК надходить на вхід БРУ, на виході із БРУ-7 видається сигнал 4-20 мА на електропневмоперетворювач 14б, аналогічний як і той що надійшов від модуля аналогових виходів. У разі ручного режиму управління ручним задатчиком регулюється значення стумового сигналу на виході БРУ-7, таким чином змінюючи ступінь відкриття клапану, і таким чином процес проводиться інтенсивніше, або повільніше, в залежності яке значення вихідного сигналу, що ми встановили.

#### Блок ручного управління, завдання, індикації БРУ-7

Призначений для використання в системах промислової автоматизації виробничих процесів як:

- Функціональної станції ручного управління аналоговими або імпульсними виконавчими механізмами
- Блоку ручного задатчика аналогового сигналу
- Блоку ручного задатчика імпульсних сигналів "більше" - "менше"

									Лист
									64
		№ докум.	Підпис						

- Цифрового індикатора двох технологічних параметрів

Галузь застосування:

- Індикатор двох фізичних величин

- Ручний аналоговий задатчик аналогових уніфікованих сигналів

- Ручний задатчик імпульсних сигналів типу більше-менше

- Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом

- Станція ручного управління імпульсним виконавчим механізмом

- Перетворювач імпульсних сигналів більше-менше в вихідний уніфікований сигнал

- Перетворювач імпульсних ШІМ-сигналів у вихідний уніфікований сигнал

- Перетворювач (конвертор) вхідних аналогових уніфікованих сигналів в вихідний аналоговий уніфікований сигнал

### **Функціональні можливості**

Шляхом зміни встановлюється один з семи режимів роботи приладу:

- Режим 0: Індикатор двох фізичних величин на цифровому і лінійному індикаторі. Ручний аналоговий задатчик аналогових уніфікованих сигналів (керований клавішами на передній панелі).

- Режим 1: Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом з зовнішнім перемиканням керуючих ланцюгів.

- Режим 2: Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом з внутрішнім перемиканням керуючих ланцюгів.

- Режим 3: Станція ручного управління імпульсним виконавчим механізмом з зовнішнім перемиканням керуючих ланцюгів з індикацією положення виконавчого механізму за допомогою внутрішнього інтегратора. Задатчик імпульсних сигналів типу більше-менше.

- Режим 4: Перетворювач імпульсних сигналів більше-менше від імпульсного регулятора у вихідний уніфікований сигнал.

- Режим 5: Перетворювач імпульсних ШІМ-сигналів від ШІМ-модулятора в вихідний уніфікований сигнал. Індикація ШІМ-сигналу на світлодіодному індикаторі "менше".

- Режим 6: Перетворювач (конвертор) вхідних аналогових уніфікованих сигналів в вихідний аналоговий уніфікований сигнал. Можливість масштабування і перетворення (пряма або зворотна) шкал. Наприклад, перетворення вхідного сигналу 0-100% 0-20мА в вихідний аналоговий сигнал 0-5мА - від 20% до 75% вхідного сигналу, але перетвореного в 0-100% вихідного сигналу.

- Режим 7: Задатчик аналогових і імпульсних сигналів. Індикатор двох фізичних величин.

- Режим 8: Задатчик аналогових і імпульсних сигналів (з захищеним режимом зміни аналогового сигналу). Індикатор двох фізичних величин.

- Режими роботи ручної-автомат, індикація режиму роботи

- статичне та динамічне балансування, забезпечення ненаголошеності перемикання

- Індикація фізичної величини (параметр, положення механізму) на цифровому індикаторі, сигналізація мінімального і максимального значення на світлодіодних індикаторах

- Індикація значення вихідного керуючого впливу на лінійному індикаторі

- Індикація сигналів більше-менше на світлодіодних індикаторах

- ретрансмісії вхідного сигналу

- Програмна калібрування (виконувана користувачем) почала шкали і діапазону вимірювання двох аналогових входів і аналогового виходу



- 0-5 мА ( $R_{вх} = 400 \text{ Ом}$ );
- 0 (4) -20 мА ( $R_{вх} = 100 \text{ Ом}$ );
- 0-10 ( $R_{вх} = 25 \text{ кОм}$ ).

Сигнали РУЧ / АВТ:

- логічний "0" - 0-7В;
- логічна "1" - 18-30В.

Інтерфейс / протокол:

- RS-485 / ModBus.

1 АО:

- 0-5 мА ( $R_{н} \leq 2 \text{ кОм}$ );
- 0 (4) -20 мА ( $R_{н} \leq 500 \text{ Ом}$ );
- 0-10 ( $R_{н} > 2 \text{ кОм}$ ).

Три переключаючих реле:

- Постійний струм: до = 34В, 250мА;
- Змінний струм: до 220, 0,25А.

Ключі БІЛЬШЕ - МЕНШЕ:

- 24В, 100м

#### 4. Креслення встановлення технічних засобів

Регулятор потоку RCD-R виробництва KOBOLD використовується для вимірювання та контролю витрат рідини і газів. Регулятор потоку працює на основі добре відомого принципу «сопло Вентурі». Невелика різниця в тиску, пропорційна потоку, виникає завдяки проходженню середовища через отвір (сопло) в корпусі приладу.

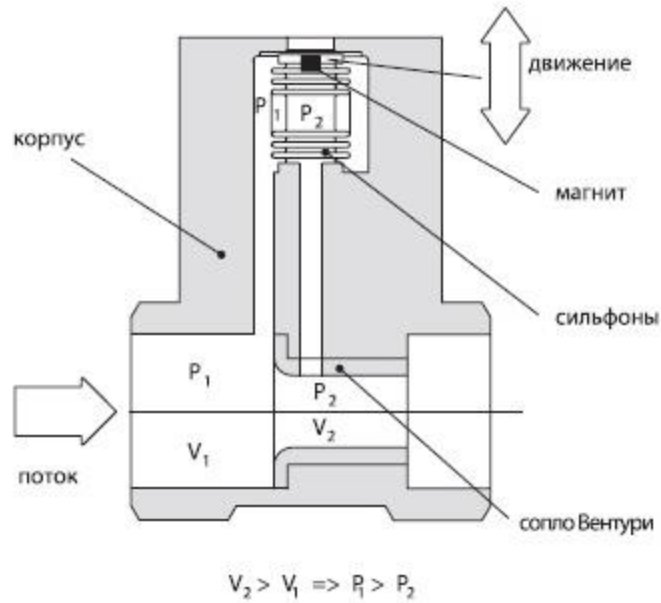
Регулятор потоку диференціального тиску RCD-R:

1. Діапазон вимірювань: 0.5- 3.3 ... 300- 2350 л / хв (вода) 0.5- 5.35 ... 300- 2750 Нм<sup>3</sup> / год (повітря)
2. Похибка:  $\pm 3\%$
3. Максимальний тиск PN 40
4. Максимальна температура 100 ° C
5. Приєднання: G1 / 2 ... G3,1 / 2 NPT ... 3NPT
6. Матеріал: алюміній, бронза, нерж. Сталь

Застосування:

1. машинобудування і виробництво обладнання
2. хімічна і фармацевтична промисловість
3. виробництво напоїв і харчова промисловість
4. важка промисловість

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Моренець В.Е.</i>			<i>Розробка системи автоматизації хлібопекарської газової печі ПХС-25</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кишенько В.Д.</i>					69	3
<i>Зав.кафедри.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
<i>Секретар ЕК</i>		<i>Проскурка Е.С.</i>						



Форма сопла залежить від потоку, в силу чого, характеристика потоку залишається незмінною на всьому діапазоні вимірювання. Розташовані в корпусі отвори відбирають підсумкове диференціальне тиск і передають його на вимірювальну комірку, розташовану в корпусі. Від граничного збільшення потоку вимірювальний осередок захищена стопорними штифтами. На стрілочних індикаторах, еталонних в л / хв (рідина) і нм<sup>3</sup> / год (газ), величина витрат, виміряна вимірювальної осередком, відображається за допомогою руху стрілки. Для електронних дисплеїв механічний рух перетворюється в електричний сигнал за допомогою датчика Холла. Для контролю і відображення об'ємної витрати застосовуються різні електронні блоки. Для різних середовищ з різною температурою і тиском пропонуються різні шкали.

RCD-R...Z с механическим дисплеем

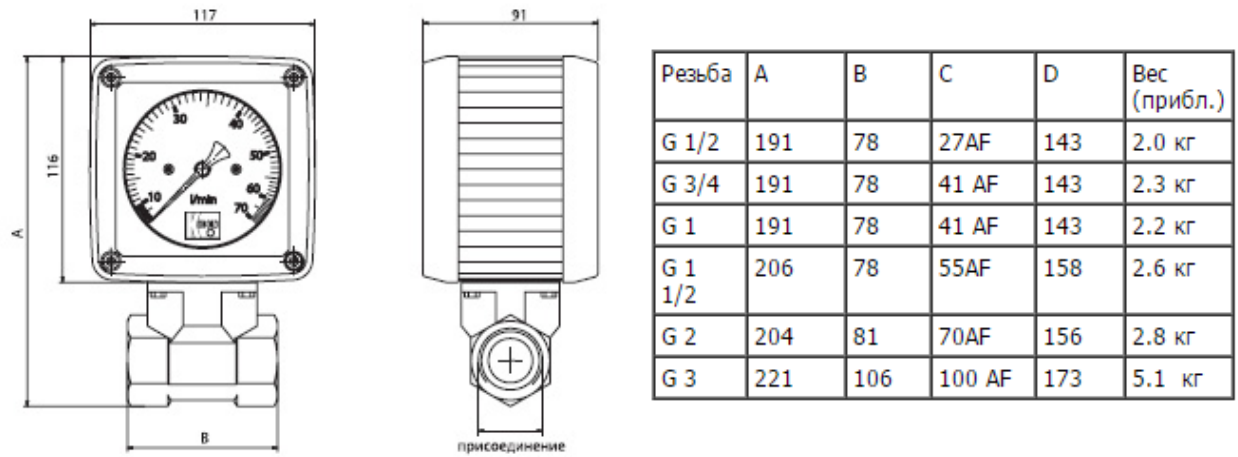


Рис.4.1 Габаритні розміри приладу

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

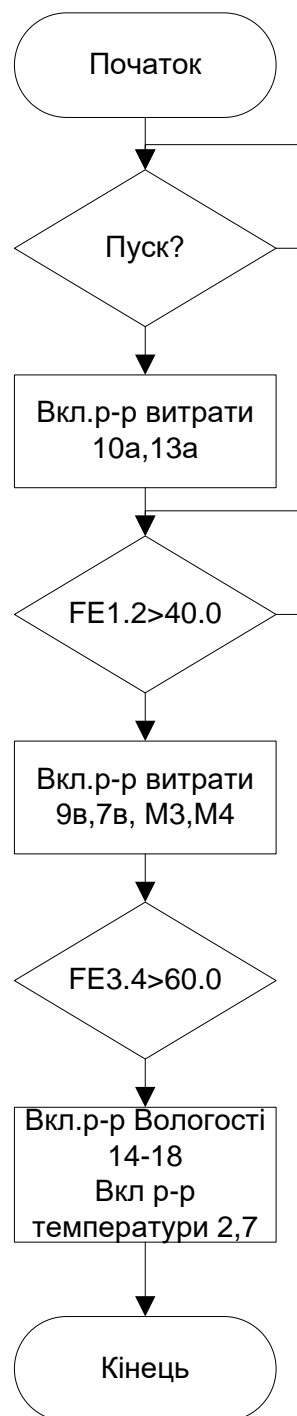


Рис.5.1. Блок-схема алгоритму управління

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота							
Розроб.		Моренець В.Е.			Розробка системи автоматизації хлібопекарської газової печі ПХС-25			Літ.	Арк.	Акрушів		
Перевір.		Кишенько В.Д.								72	5	
Зав.кафедри.		Смітюх Я.В.						НУХТ АК-4-2ск				
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.										

В середовищі Unity Pro створюються змінні яким присвоюється значення технологічних параметрів

Name	Type
FE1	REAL
FE2	REAL
FE3	REAL
FE4	REAL
kI2	REAL
kI7	REAL
kI9	REAL
kI10	REAL
kI13	REAL
kI14	REAL
kI15	REAL
ME1	REAL
ME2	REAL
Pusk	BOOL
TE1	REAL

Para	Para_PI_B		
id	UINT		
pv_inf	REAL		50.0
pv_sup	REAL		250.0
out_inf	REAL		0.0
out_sup	REAL		100.0
rev_dir	BOOL		FALSE
en_rcpy	BOOL		FALSE
kp	REAL		6.0
ti	TIME		t#50ms
dband	REAL		0.2
outbias	REAL		50.0

Рис 5.2. Анлогові та дискретні змінні

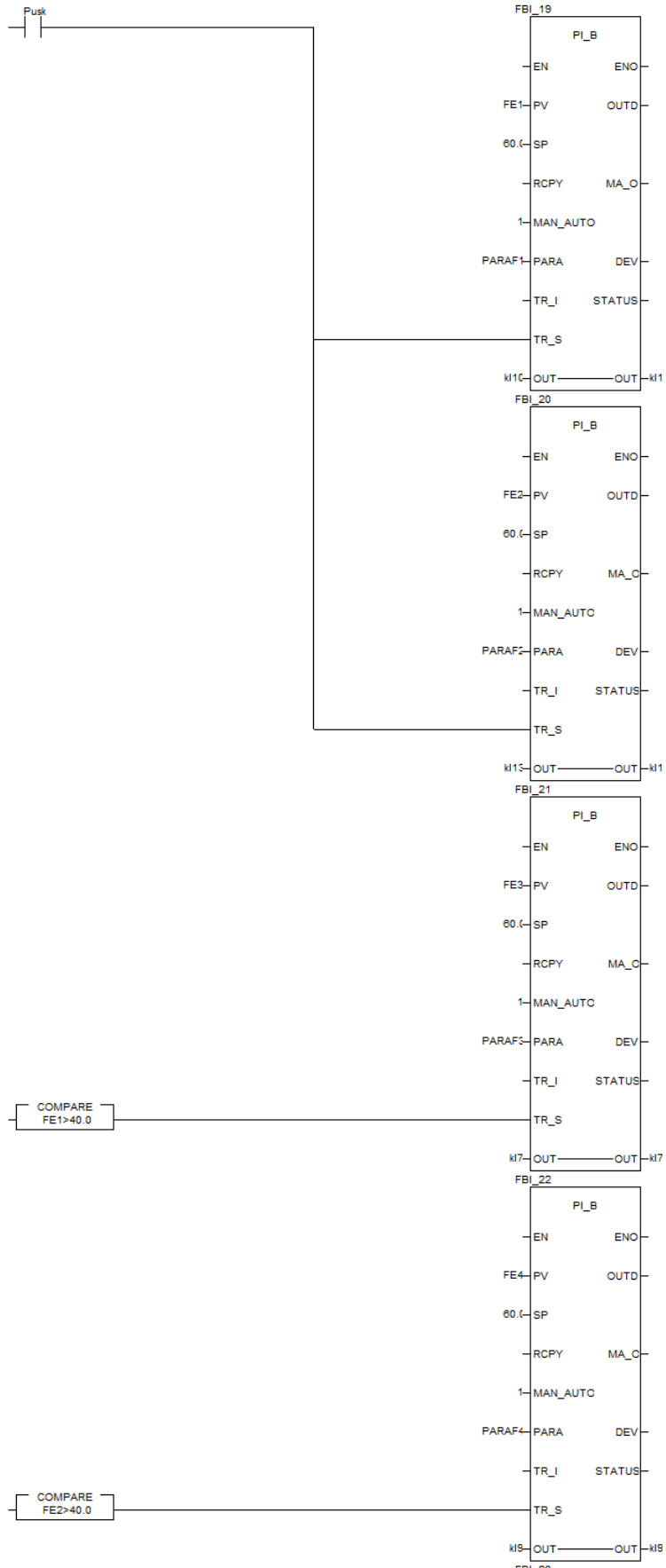
Табл. 5.1 Параметри функціонального блока PI\_B

Вхідні параметри		
PV	<a href="#">REAL</a>	значення вимірювальної величини (плинне значення)
SP	REAL	задане значення (уставка)

RCPY	REAL	дійсне положення виконавчого механізму (використовується при управлінні серво-ВМ разом з EFB SERVO )
MAN_A UTO	<a href="#">BOOL</a>	Режим роботи ПІ-регулятора:  1 : Автоматичний режим  0 : Ручний режим
PARA	<a href="#">Para PI B</a>	Параметри регулятора (див. таб.2.7)
TR_I	REAL	Значення ініціалізації
TR_S	BOOL	Команда на включення ініціалізації (1: Включити ініціалізацію)
<b>Вхідні/вихідні параметри</b>		
OUT	REAL	Вихід ПІ-регулятора (в ручному режимі може змінюватися з зовні PI_B)
<b>Вихідні параметри</b>		
OUTD	REAL	різниця між вихідною величиною в поточному і попередньому циклах перерахунку PI_B
MA_O	BOOL	Плинний режим виконання ПІ-регулятора  1: Автоматичний режим  0: інший режим (ручний або режим ініціалізації)
DEV	REAL	Значення розузгодження (PV - SP)
STATUS	<a href="#">WORD</a>	Слово статусу (використовується для контролю за помилками виконання PI_B)

Табл.5.2 Опис структурного типу Para\_PI\_B

id	<a href="#">UINT</a>	Використовується для алгоритму автопідстройки (AUTOTUNING)
pv_inf	<a href="#">REAL</a>	обмеження по мінімуму вхідної величини завдання
pv_sup	REAL	обмеження по максимуму вхідної величини завдання
out_inf	REAL	обмеження по мінімуму вихідної величини
out_sup	REAL	обмеження по максимуму вихідної величини
rev_dir	<a href="#">BOOL</a>	0: пряма робота ПІ-регулятора (PV-SP)
en_rcpy	BOOL	1: використати вхід RCPY (тільки для управління серво-ВМ)
kp	REAL	Коефіцієнт пропорційності
ti	<a href="#">TIME</a>	Час інтегрування
dband	REAL	Зона нечутливості
outbias	REAL	зміщення виходу регулятора в ПІ-режимі функціонування (при ti=0s)



		№ докум.	Підпис	

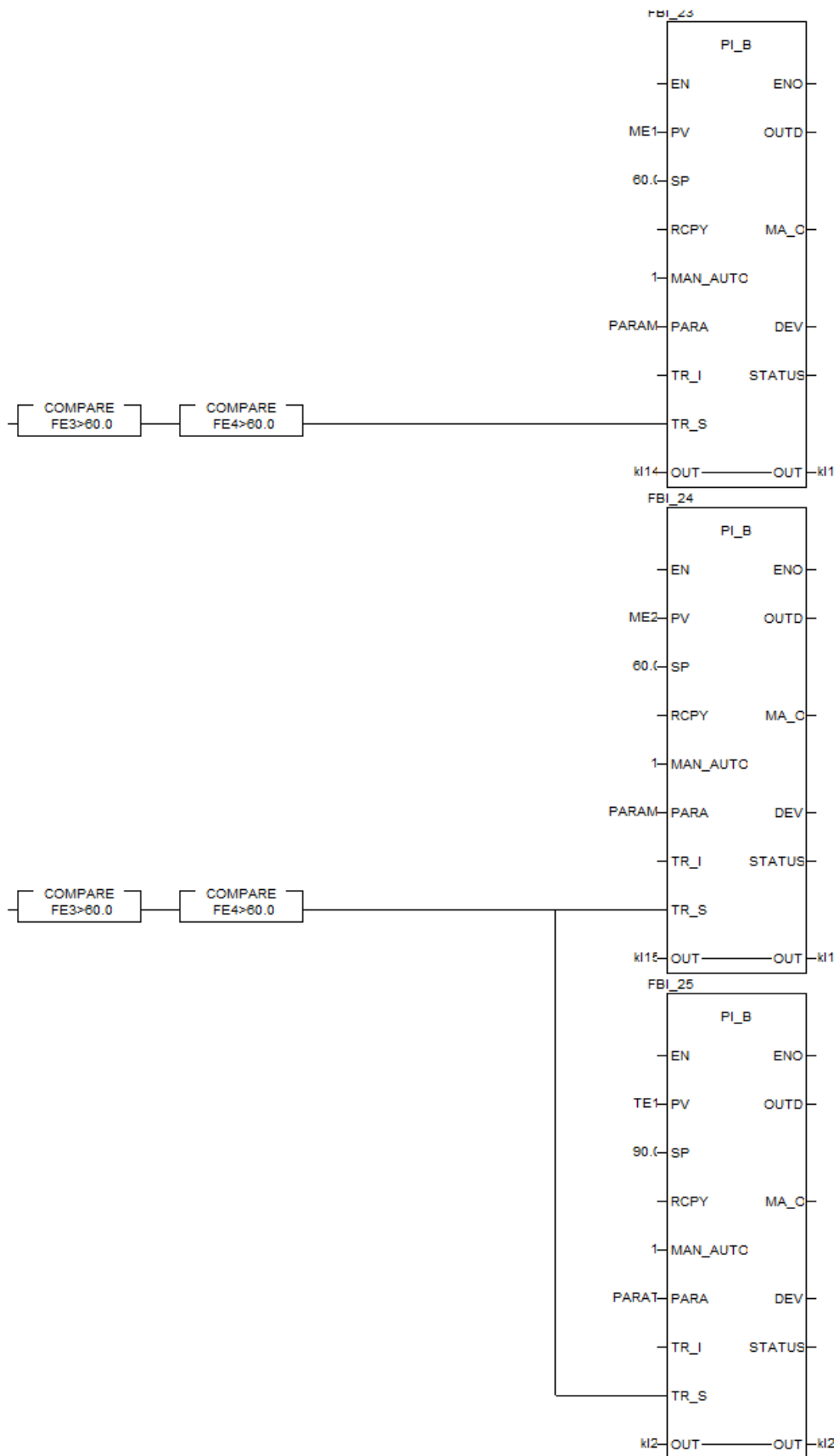


Рис.5.3. Програма ПЛК

		№ докум.	Підпис	

## 6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.

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

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів. У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них. В меню «Теги»/«Змінні теги» описуємо всі змінні.

Рис.6.1. Вікно опису змінної

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Моренець В.Е.</i>			<i>Розробка системи автоматизації хлібопекарської газової печі ПХС-25</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кишенько В.Д.</i>					77	6
<i>Зав.кафедри.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
<i>Секретар ЕК</i>		<i>Проскурка Е.С.</i>						

Таблиця 6.1. Змінні та їх настройки

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
TE1	%IW0.1.0	0	10000	0	150	INT
TE2	%IW0.1.1	0	10000	0	150	INT
TE3	%IW0.1.2	0	10000	0	150	INT
TE4	%IW0.1.3	0	10000	0	100	INT
TE5	%IW0.2.0	0	10000	0	100	INT
TE6	%IW0.2.1	0	10000	0	100	INT
TE7	%IW0.2.2	0	10000	0	100	INT
PT1	%IW0.2.3	0	10000	0	3	INT
PT2	%IW0.3.0	0	10000	0	3	INT
FE1	%IW0.3.1	0	10000	0	300	INT
FE2	%IW0.3.2	0	10000	0	300	INT
FE3	%IW0.3.3	0	10000	0	300	INT
FE4	%IW0.4.0	0	10000	0	300	INT
ME1	%IW0.4.1	0	10000	0	100	INT
ME1	%IW0.4.2	0	10000	0	100	INT
ME2	%IW0.4.3	0	10000	0	1000	INT
ME3	%IW0.5.0	0	10000	0	1000	INT
ME4	%IW0.5.1	0	10000	0	1000	INT
ME5	%IW0.5.2	0	10000	0	1000	INT
ME6	%IW0.5.3	0	10000	0	100	INT
KL1	%QW0.6.1	0	10000	0	100	INT
KL2	%QW0.6.2	0	10000	0	100	INT
KL3	%QW0.6.3	0	10000	0	100	INT
KL4	%QW0.6.3	0	10000	0	100	INT
KL5	%QW0.6.4	0	10000	0	100	INT
KL6	%QW0.6.5	0	10000	0	100	INT
KL7	%QW0.6.6	0	10000	0	100	INT
KL8	%QW0.6.7	0	10000	0	100	INT
KL9	%QW0.7.0	0	10000	0	100	INT
KL10	%QW0.7.1	0	10000	0	100	INT
M1	%QW0.7.6	0	10000	0	650	INT
M2	%QW0.7.7	0	10000	0	650	INT
M3	%QW0.8.0	0	10000	0	650	INT

В меню «Теги»/«Теги Тренда» описуємо всі змінні, що будуть використовуватись в трендах.

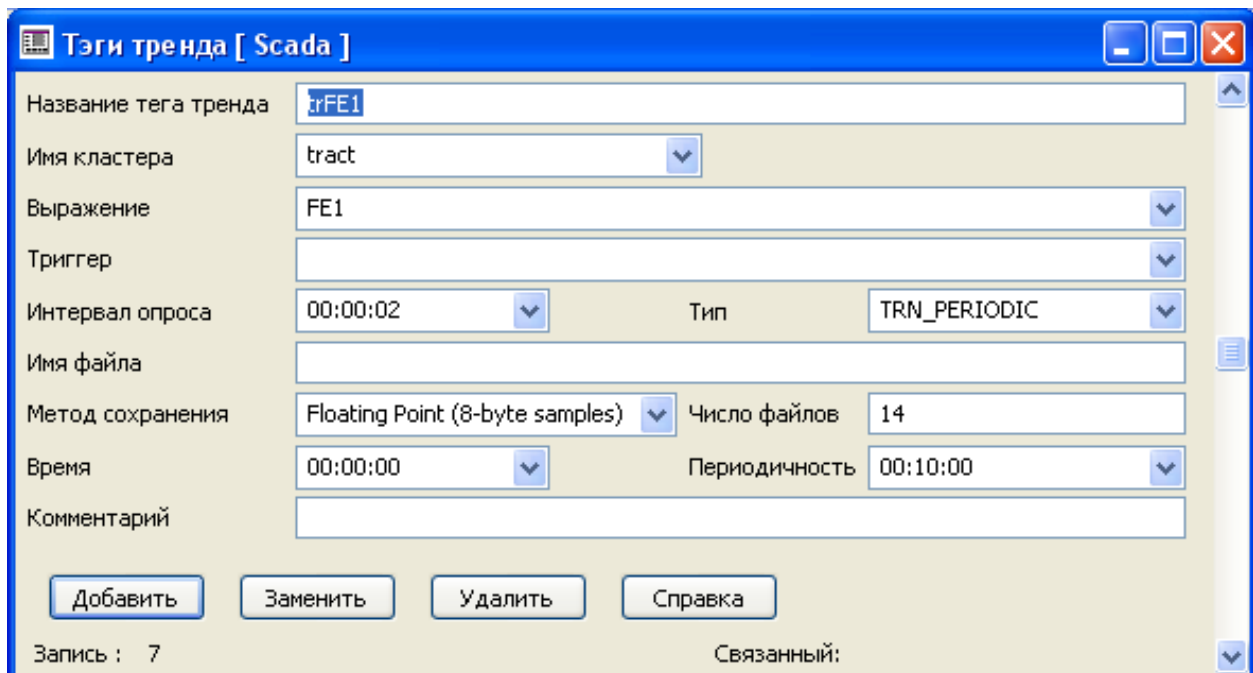


Рис.6.2. Вікно опису змінної для тренду

В меню «Аларми»/«Аналогові аларми» описуємо аналогові аларми.

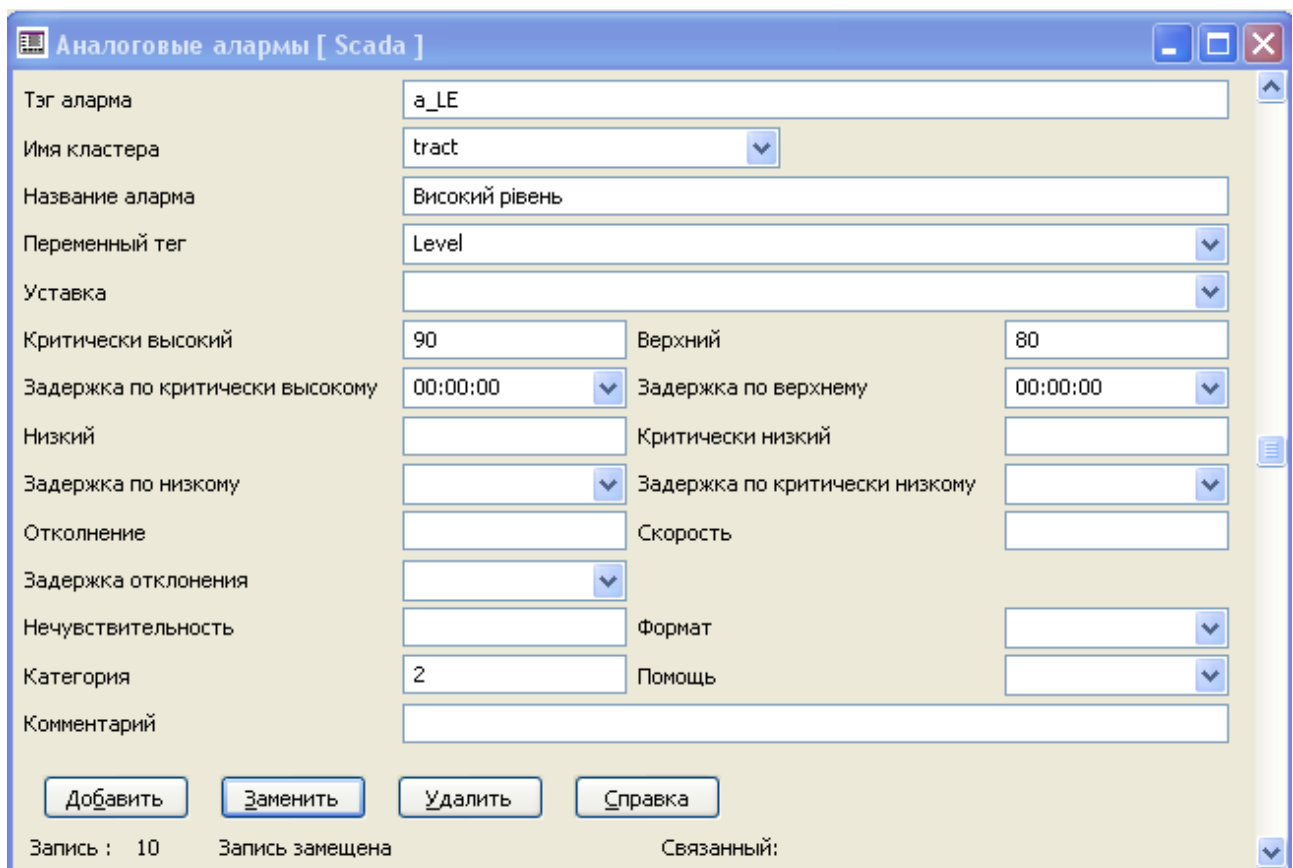


Рис.6.3. Вікно опису аналогового аларму

Таблица 6.3. Аларми аналогові

		№ докум.	Підпис	

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
1	2	3	4	5
Temper_1	Температура в реакторі	TE1	-	115
Temper_2	Температура в екстракторі	TE2	-	110
Temper_3	Температура у випарнику	TE3	-	120
Temper_4	Температура в конденсаторі	TE4	-	70

В меню «Аларми/Категорій алармів» описуємо як будуть відобразитись аларми:

Номер категории: 1      Приоритет: 1  
 Вывод на странице алармов: TRUE      Вывод на сводной странице: TRUE  
 Неквитированный      Квитированный  
 Шрифт для неактивных алармов: Alarm1nekvitnea      Alarm1kvit  
 Шрифт для активных алармов: Alarm1nekvita      Alarm1kvit  
 Шрифт для заблокированных алармов: Alarm1kvit  
 Действие при возникновении аларма: [dropdown]  
 Действие при сбросе аларма: [dropdown]  
 Действие при подтверждении аларма: [dropdown]  
 Формат аларма: {TAG,16}^v {NAME,12}^v {DESC,32}^v {ERRPAGE,20}^v {ERRDESC,20}  
 Сводный формат: {TAG,16}^v {NAME,12}^v {COMMENT,32}^v {ERRPAGE,20}^v {ERRDESC,20}  
 Устройство сводной информации: [dropdown]      Регистрировать переходы алармов  
 Устройство логов: [dropdown] ON [dropdown] OFF [dropdown] ACK [dropdown]  
 Комментарий: Аларми вищого пріоритету  
 [Добавить]    [Заменить]    [Удалить]    [Справка]  
 Запись: 1

Рис.6.4. Вікно опису категорії алармів

В меню «Система»/«Користувачі» створюємо запис користувача.

## 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу. Оператор слідкує за перебігом технологічного процесу з робочого місця оператора. В разі необхідності оператор може перейти до ручного, або автоматичного режиму управління. Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка відповідає за цей чи інший режим. Оператор може змінювати ступінь відкриття клапанів, оберти двигуна. Для того щоб на виробництві не сталася аварія і не порушився перебіг технологічного процесу на екрані оператор може спостерігати за значенням параметрів і як тільки це значення цього параметру перевищить максимальні допустимі значення то оператор побачить зміну кольору цього параметру. Якщо параметр буде більше ніж граничне значення то колір буде червоним, якщо ж нижче – то жовтим.

Двигуни коли працюють мають червоний колір, якщо двигун вимкнений і готовий до роботи – зелений.

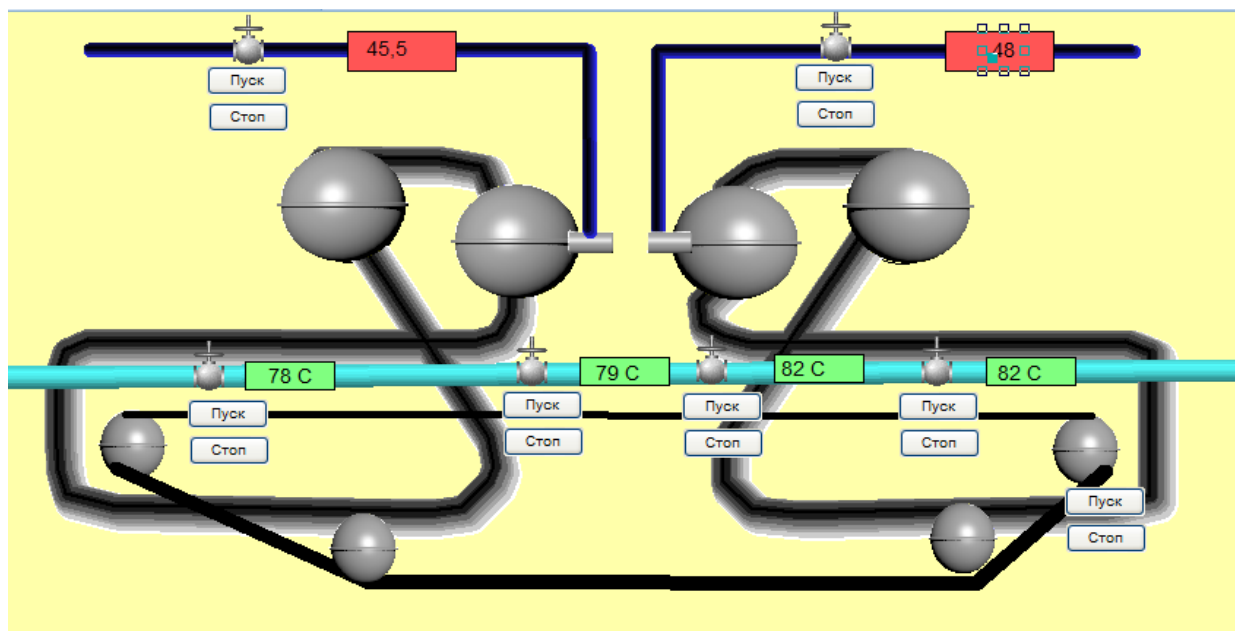


Рис.6.5. Мнемосхема заторного котлі

На сторінці Alarm ми можемо налаштовувати, змінювати аларми, дивитися історію в вікнах алармових повідомлень:

									Лист
									81
		№ докум.	Підпис						

Time	Tag	Name	Desc
18:35:15	M1	Двигун1	НИЗКИЙ
18:35:58	M2	Двигун2	ВЫСОКИЙ
20:28:19	M2	Двигун2	НИЗКИЙ

Time	Tag	Name	Desc
00:18:53	a_LE	Високий рівень	високий

Рис.6.6. Вікно алармів

На сторінці Trend ми можемо спостерігати за графіком змінної та налаштовувати її: Можна подивитись архівні записи які зберігаються в пам'яті.



Рис.6.7. Вікно трендів

## Висновки

Метою кваліфікаційної роботи є: поглиблення теоретичних знань з дисципліни “Автоматизація виробничих процесів“, набуття практичних навичок у викладенні вимог до контролю, керування та регулювання технологічних параметрів.

В даному дипломному проекті запропоновано один з можливих варіантів автоматизації процесу випікання подового хлібу за допомогою сучасних науково-технічних методів на основі мікропроцесорних засобів.

Завдяки застосуванню автоматизації значно знижується частка ручної праці, що дуже важливо, тому що на сучасних підприємствах прагнуть до максимального зменшення впливу людського фактору на процес виробництва. Також підвищується точність роботи обладнання а, отже, знижуються технологічні втрати і збільшується вихід продукту виробництва.

Також був набутий досвід в розробці схеми автоматизації технологічного об'єкту, виборі спеціальних вимірювальних та керувальних серійних засобів, розробки алгоритмів керування для програмування промислових контролерів, а також розробки елементів автоматизованого робочого місця оператора-технолога, була розроблена схема контролю та керування технологічним процесом, підібрані необхідні технічні засоби автоматизації.

## Бібліографічний список

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
7. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
8. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
9. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
10. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.

11. Луцька Н.М. Оптимальні та робасні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.
12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
13. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
16. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напрямку 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
18. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
19. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentru Uchbovovii Literatury, 2014.- 240 p.
21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.
23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6
30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.
31. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.
32. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.
33. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.
34. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.
35. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.