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»	**«До захисту допущено»**
Декан факультету	Завідувач кафедри
_____ *Андрій Форсюк*	_____ *Ярослав Смітюх*
(підпис) (ім'я та прізвище)	(підпис) (ім'я та прізвище)
«*8*» *червня* 2022 р.	«*8*» *червня* 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності *151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»*
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми *«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»*
на тему: *Розробка системи автоматизації брагоректифікаційної установки*

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

Спашиба Владислав Володимирович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник *Клименко Олег Миколайович* _____
(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 *Олена М'якшило* _____
(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) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач_____
(підпис)

Київ – 2022 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

«31» березня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Спашибі Владиславу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації брагоректифікаційної установки*

керівник роботи *Доц. К. т. н. Клименко Олег Миколайович*

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи «8» червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

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

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

5. Перелік графічного матеріалу
1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.
3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 31 березня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач *Спашиба. В.В.* _____
(підпис)

Керівник роботи *Клименко О.М.* _____
(підпис)

Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації брагоректифікаційної установки.

В кваліфікаційній роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації – індукційного витратоміра SITRANS FM MAG 3100 , схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК розширені схеми підключення технічного засобу та опис схем підключень і живлення.

Розроблено алгоритм та програма для управління процесом виробництва спирту в брагоректифікаційній установці. Програма розроблена для ПЛК M340 від виробника Schneider Electric. Інтерфейс SCADA-програма технологічного процесу розроблено в програмному забезпечені Zenon та вигляд дисплейної мнемосхеми представлено в записці.

Ключові слова: спирт, брагоректифікаційна установка, M340, SITRANS FM MAG 3100, Unity Pro XL.

Annotation

This qualification work considers the development of automation system of the distillation process.

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

An algorithm and program for controlling the distillation process have been developed. The program is developed on the Unity Pro XL for PLC M340 Schneider Electric. The SCADA program interface was developed using Zenon. The view and description of the functionality of the SCADA program are presented in the note.

Keywords: alcohol, the distillation process, M340, SITRANS FM MAG 3100, Unity Pro XL.

Зміст

Вступ……..7
Розділ 1. Опис об’єкта автоматизації…….11
1.1 Вибір регульованих величин і каналів регулювальних дій……..14
1.2 Вибір контрольованих та сигналізованих величин…….....15
1.3 Розробка завдання на систему автоматизації…….....16
Розділ 2. Опис схеми автоматизації……..……..17
2.1. Опис проходження сигналів…….…..17
2.2. Обґрунтування вибору методів вимірювання і вимірювальних комплектів для контролю основних параметрів технологічного процесу дільниці……...19
2.3. Специфікація на прилади і засоби системи автоматизації……48
Розділ 3. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення……50
3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)……..50
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК…….56
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру…….57
Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу……...59
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)……62
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога..81
6.1 Таблиця змінних……...81
6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора…….82
Висновок……...83
Список використаної літератури……84

Вступ

Спиртова галузь України відіграє значну роль у забезпеченні галузей національної економіки сировиною, стабільних надходжень коштів до державного бюджету України.

Спирт етиловий є одним із важливих видів сировини для лікеро-горілчаної, виноробної, харчової, фармацевтичної, парфумерно-косметичної та хімічної промисловості.

Крім цього спиртові заводи є також виробниками біоетанолу, технічних рідин, компонентів палива моторного, дріжджів хлібопекарських пресованих, двоокису вуглецю рідкого.

В Україні створено потужну виробничо-технічну базу з виробництва етилового спирту та лікеро-горілчаних виробів, що нараховує 84 спиртових заводи і 275 лікеро-горілчаних виробництв загальною потужністю, відповідно, біля 60 млн. дал. спирту та 120 млн. дал. лікеро-горілчаних виробів. Об'єм внутрішнього споживчого ринку харчового спирту складає біля 9 млн. дал., а потенційний об'єм експортних ринків, доступних для українських виробників, – близько 20 млн. дал.

Спиртова промисловість України повністю задовольняє внутрішні потреби держави у спирті для виготовлення лікеро-горілчаних виробів, використовуючи при цьому менше 20 % своїх загальних потужностей.

В спиртовому виробництві ректифікаційні та брагоректифікаційні установки являються одними з основних видів технологічного обладнання, а процес брагоректифікації є заключним етапом технологічного процесу, який визначає якість та вартість продукції.

Ректифікація – розділення рідких сумішей, що містять два або кілька компонентів різної питомої ваги, багаторазовим випаровуванням суміші й конденсацією пари.

Брагоректифікація – процес виділення з продуктів спиртового бродіння етилового спирту і очищення його від домішок.

Брагоректифікаційна установка призначена для виготовлення спирту відповідної якості, яка повинна відповідати відповідно до вимог ДСТУ . Відповідно якого спирт за рівнем очистки від домішок поділяють на марки спирту.

Марки спирту:

- Спирти першого сорту. Продукт, який не може використовуватись при створені алкоголю, так як він небезпечний для здоров'я людини.
- Спирти вищої очистки. Їх виробляють з міксу картоплі, зерна, меляси, цукрових буряків. Такий спирт піддається мінімальної фільтрації, яка не до кінця позбавляє його від домішок і сивушних масел. З нього роблять горілки економ сегменту, настоянки та лікери.
- Базис. Спирт з картоплі і зерна, при цьому в початковій сировині картоплі повинно бути не більше 60%. Це основа для горілки середньої цінової катергорії.
- Екстра. В основі цього спирту такий же набір сировини. Але він піддається більше ретельному очищенню, тому метанолу і складних ефірів тут набагато менше. З нього також готують горілку середньої ціни.
- Люкс. Цей спирт також виготовляється із зерна і картоплі, але картоплі в процентному співвідношенні повинно бути не більше 35%. Такий спирт піддають декільком фільтраціям. Ця основа для горілки преміального сегменту.
- Альфа. Це спирт, в якому присутня тільки зернова сировина – жито чи пшениця. У нього мінімальна кількість домішок. З нього виготовляється горілка найвищої якості.

Відносно того яким способом відбувається включення бражної колони в схемі розрізняють брагоректифікаціну установку прямої, непрямої та напівпрямої дії.

Брагоректифікаційна установка прямої дії

Загальна особливість установок прямої дії виявляється в тому, що подача живлення ректифікаційної колони відбувається спиртоводяною парою, що виходить безпосередньо з бражної колони.

В установках прямої дії теплота гріючої пари використовується дворазово. Свіжа гріюча пара вводиться тільки в нижню частину бражної колони, а епюраційна колона й ректифікаційна обігріваються спиртоводяною парою, що виходить з верхньої частини бражної колони.

В бражну колону подають бражку, звільнену від головних домішок (епюровану) і флегму, яка надходить з ректифікаційної колони. Таким чином, в бражній колоні відбувається спільне вилучення спирту з бражки й флегми. Концентрація сухих речовин у барді при цьому зменшується за рахунок розбавлення її лютерною водою, що утворюється після вилучення спирту з флегми.

Брагоректифікаційна установка непрямої дії

Загальна особливість установки непрямої дії полягає в попередньому вилучені з бражки спирту й домішок, в результаті чого одержується спирт-сирець (бражний дистилят), який направляється в епюраційну колону, а потім в спиртову колону. Спиртоводяна пара, що виходить з бражної колони, надходить в конденсатор. В епюраційну колону подають бражний дистилят, який надходить з конденсатора.

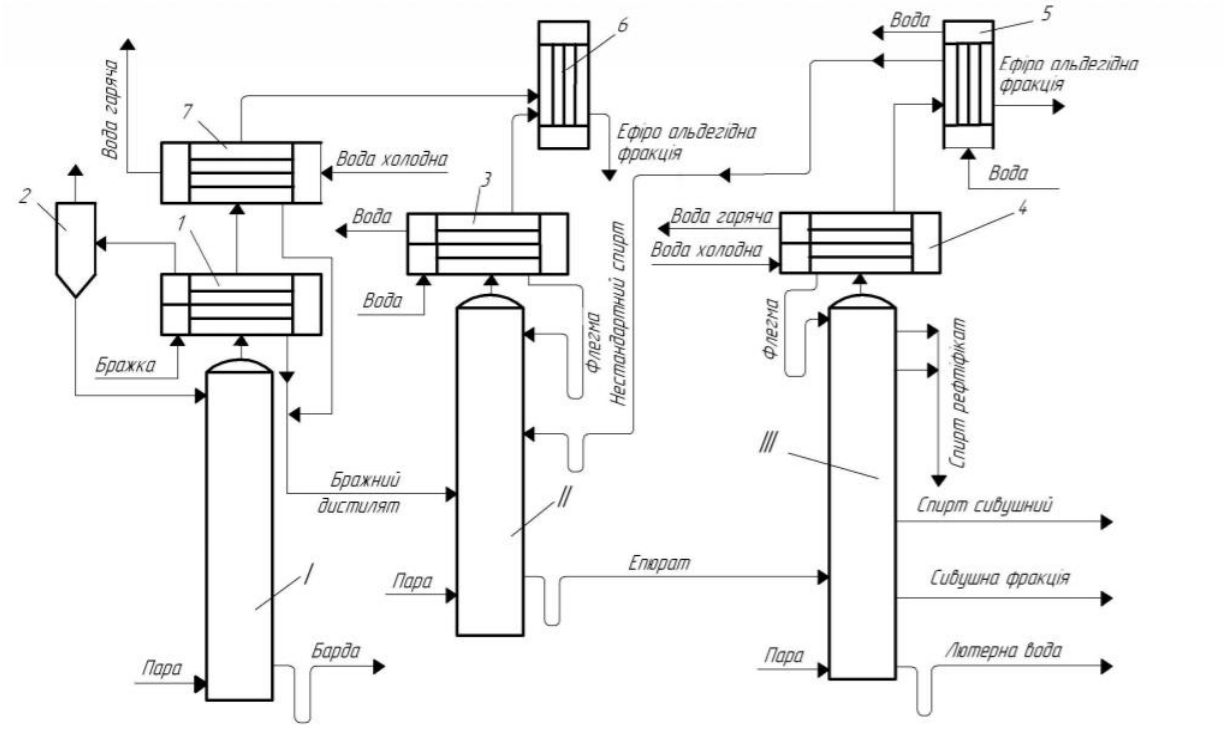
Спирто-водяний дистилят в епюраційній колоні очищується від головних домішок під дією свіжої гріючої пари. Рідкий епюрат, що надходить в ректифікаційну колону, звільняється від хвостових й проміжних домішок також в результаті введення гріючої пари.

Треба відмітити, що в установках непрямої дії колони зв’язані між собою тільки рідинними потоками, в той час як в установках прямої дії рідинними й паровими потоками, що ускладнює управління ними.

Брагоректифікаційна установка напівпрямої дії

Загальна особливість брагоректифікаціної установки напівпрямої дії полягає в епюрації бражки за рахунок обігріву епюраційної колони водно-спиртовими парами бражної колони. Ця установка подібна до установки прямої дії, але до неї входять суттєво відрізняючі елементи: ректифікаційна колона живиться частково епюрованим паром з бражної колони (що притаманно БРУ прямої дії), колона є залишком (відгінною частиною) епюраційної колони установок прямої дії. Ці установки більш складні в експлуатації, але приблизно 10-15% менше споживають гріючої пари та холодної води.

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації



I - бражна колона (БК); *II* - епюраційна колона (ЕК); *III* - ректифікаційна колона. 1 - підігрівач бражки; 2 - сепаратор CO2 ; 3 - дефлегматор БК; 4 - дефлегматор РК; 5 - конденсатор РК; 6 - конденсатор ЕК; 7 - конденсатор БК

Рис. 1.1 Схема брагоректифікаційної установки

Брагоректифікаційні апарати є основним видом обладнання для виділення спирту і домішок з браги. Нині більш ніж 95 % спирту ректифікату на спиртових заводах отримують на брагоректифікаційних апаратах, непрямої, прямої і напівпрямої дії. Брага в цих установках розділяється на спирт-ректифікат, ефіро альдегідну фракцію, сивушні масла і барду. У них же відбирають проміжні продукти.

Основні колони кожного брагоректифікаційного апарату – бражна, епюраційна і ректифікаційна. В бражній колоні відбувається перегонка браги і отримання спирту-сирцю, епюраційна колона призначена для виділення головних домішок, а в колоні ректифікації відбувається виділення з епюрата чистого спирту-ректифікату, концентрованих сивушних масел і води.

Основним робочим елементом в колонах є контактні пристрої (тарілки) різної конструкції залежно від призначення і продуктивності колон. В бражних колонах брагоректифікаційних апаратів застосовуються тарілки двох типів: подвійного виварювання і сітчасті. В епюраційних і ректифікаційних колонах використовуються багато ковпачкові тарілки з капсульними ковпачками.

Живий переріз їх складає близько 11…13 % від перерізу колони. Кількість тарілок в колонах відповідно до їх призначення коливається: в бражній – 30 - 32 тарілки, в епюраційній – 35 - 39, в ректифікації – 66 - 70 тарілок.

При перегонці і ректифікації спирту пара, що піднімається вгору, безперервно контактує з потоком стікаючої рідини (флегмою) і конденсується. При цьому рідка фаза збагачується нижчекиплячим компонентом. За рахунок теплоти конденсації, що виділяється, випаровується рідина на тарілці. Пара, що виділяється, міститиме вже більший відсоток нижчекиплячого компонента, чим та пара, яка спочатку сконденсувалася. Рушійною силою процесу ректифікації є різниця температур між флегмою, що стікає вниз по колоні і парами, що піднімаються вгору.

Брагоректифікаційний апарат непрямої дії (рис. 1.1) складається з бражної, епюраційної і ректифікаційної колон, дефлегматорів та конденсаторів, а також приладів, які контролюють і регулюють технологічний і температурний режим колон.

Брага, яка потрапляє з бродильного відділення спиртового заводу, насосом подається в бражний підігрівач (конденсатор) 1. Підігрівання браги відбувається за рахунок конденсації пари, яка поступає з бражної колони через уловлювач, в якому вони звільняються від захоплених часток рідини і твердих забруднювачів. Підігріта до температури 75 - 80°С брага йде в сепаратор 2, з неї виділяють діоксид вуглецю та інші гази бродіння. Вони поступають в конденсатор, де конденсуються захоплені газом пари спирту і домішок, а потім прямують в колону.

Декарбонізована брага з сепаратора подається на поживну тарілку бражної колони І. Барда відводиться з нижньої частини бражної колони через бардорегулятор.

З підігрівача браги пари, які не сконденсувалися, поступають в додатковий горизонтальний конденсатор 7. Бражна колона обігрівається відкритою парою тиском 0,12 - 0,15 МПа, подача якої регулюється паровим регулятором.

Конденсат водно-спиртової пари у вигляді дистиляту поступає в епюраційну колону, яка має горизонтальний дефлегматор 3 і вертикально встановлений конденсатор 6, які охолоджуються водою.

Звільнений в епюраційній колоні II від основної частини головних домішок водно-спиртовий розчин (епюрат) спрямовується в колону ректифікації на 16-у тарілку. Ця колона також оснащена дефлегматором і конденсатором.

З конденсатора частина конденсату (нестандартний або непастеризований спирт) повертається в епюраційну колону 5. Масова доля його складає близько 3 % від введеного в колону безводного спирту.

Інша частина нестандартного спирту приєднується до флегми, що поступає з дефлегматора 4 в колону ректифікації III.

Спирт-ректифікат відбирається з 2, 4 і 6-й верхніх тарілок і поступає далі в холодильник, звідки через ротаметр поступає в ємність.

Сивушне масло виводиться з нижньої частини колони у вигляді пари і прямує в холодильник, потім видаляється з апарата.

У колоні ректифікації з рідкої фази з 17, 18, 19 і 20-ї нижніх тарілок відбираються проміжні продукти (сивушні спирти), які йдуть, потім в холодильник і видаляються з колони. Крім того, з нижньої частини колони ректифікації відводиться лютерна вода, у якій наявність спирту не допускається.

Усі колони апарату забезпечуються вакуумними запобіжниками для захисту їх від зминання. З дефлегматорів вода температурою 60 - 70°С направляється в збірник гарячої води, з якого її витрачають на виробничі потреби.

Пари, не сконденсовані в конденсаторах, та інертні гази поступають в спиртоуловлювач.

Спирт-ректифікат, що відбирається з колони, з масовою часткою не більше 96,2% направляється для зберігання у вертикальні циліндричні резервуари.

Пара на обігрів всіх колон брагоректифікаційної установки подають з парового колектора, на якому тиск стабілізується за допомогою пневмо-клапана.

1.1 Вибір регульованих величин і каналів регулювальних дій

Брагоректифікаційна установка призначена для виготовлення спирту, який повинен відповідати відповідно до вимог ДСТУ.

Об’єктом управління є брагоректифікаційна установка, що складається з:

- Бражної колони;
- Епюраційної колони;
- Ректифікаційної колони;
- Підігрівача бражки;
- Дефлегматорів та кондинсаторів;

Показником ефективності є якість спирту, а саме кількість домішок які залишились в готовому продукті за мінімальний час роботи установки, для певної марки спирту.

Метою управління є отримання спирту в потрібних об’ємах на добу, та задовільною якістю продукту (вищої очистки, базис та екстра).

Основними діями для управляння БРУ є зміна подачі кількості води в конденсатори, пари в колони, бражки в бражну колону та відбір готового продукту і домішок.

1.2 Вибір контрольованих та сигналізованих величин

Таблиця 1. Вибрані контрольовані та сигналізовані величини

№	Апарат, агрегат	Параметри, що підлягають контролю та сигналізації	Оптимальне значення параметра	Допустимі технологічні відхилення параметра	Аварійні відхилення параметра	Функції системи контролю та сигналізації			
						Вид контролю	Вид Інформації	Сигналізація	
								Світлова	Звукова
1	Бражна	Тиск знизу, мм вод. ст.	1500	± 500	± 600	Неперервний	П,Р	-	-
2		Температура зверху,°С	94	±1	±3	Неперервний	П,Р	-	-
3		Температура води на виході з конденсатора,°С	37	±2	±4	Неперервний	П,Р	-	-
4		Витрата бражки, $м^3$/год	~	~	~	Неперервний	П,Р	-	-
5		Міцність бражного дистиляту, %	40	±10	±15	Неперервний	П,Р	-	-
6	Епюраційна	Тиск знизу, мм вод. ст.	-1600	±250	±400	Неперервний	П,Р	-	-
7		Температура зверху, °С	77	±1	±3	Неперервний	П,Р	-	-
8		Рівень епюрату, мм	400	±20	±50	Неперервний	П,Р,С	+	+
9		Температура води на виході з конденсатора,°С	60	±2	±5	Неперервний	П,Р	-	-
10		Міцність епюрату, %	60	±10	±15	Неперервний	П,Р	-	-
11	Ректифікаційна	Тиск знизу, мм вод. ст.	2350	±250	±400	Неперервний	П,Р	-	-
12		Температура зверху, °С	80	±1	±3	Неперервний	П,Р	-	-
13		Температура на контрольній тарілці, °С	87	±1	±3	Неперервний	П,Р	-	-
14		Температура води на виході з конденсатора,°С	55	±2	±5	Неперервний	П,Р	-	-
15		Витрата ректифікованого спирту, $м^3$/год	~	~	~	Неперервний	П,Р	-	-
16		Міцність ректифікату, %	96,2	±0,1	±0.3	Неперервний	П,Р	-	-

1.3. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 2. Завдання на розробку системи автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Бражна колона	Тиск знизу	1500 мм вод. ст.	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Температура зверху	94°С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на РО подачі пари	
		Температура води на виході з конденсатора	37°С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на РО подачі холодної води	
		Витрата бражки	м3/год	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Міцність браж-ного дистиляту	40%	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
2	Епюраційна колона	Тиск знизу	1600 мм вод. ст.	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Температура зверху	77°С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на РО подачі пари	
		Рівень епюрату	400 мм	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Температура води на виході з конденсатора	60°С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на РО подачі холодної води	
		Міцність епюрату	60%	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
3	Ректифіка-ційна колона	Тиск знизу	2350 мм вод. ст.	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Температура зверху	96°С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на РО подачі пари	
		Температура на контрольній тарілці	87°С	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Температура води на виході з конденсатора	55°С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на РО подачі холодної води	
		Витрата ректифікованого спирту	м3/год	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Міцність ректифікату	96,2%	Контроль	Відображення	АРМ оператора	

Розділ 2. Опис схеми автоматизації

Головною задачею при розробці брагоректифікаційного апарату отримати ректифікований спирт потрібної якості та в потрібній кількості, при виготовлені за добу. Ці вимоги може задовільнити одна брагоректифікаційна установка, за рахунок інтенсивності подачі пари та бражки.

2.1. Опис проходження сигналів

2.1.1. Витрата

Контроль витрати бражки здійснюється за допомогою комплекту індукційного витратоміра Sitrans FM MAG 3100 (12а) та Sitrans F MAG 6000 (12б), уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА з якого поступає на МПК.

Контроль витрати ректифікованого спирту здійснюється за допомогою комплекту індукційного витратоміра Sitrans FM MAG 3100 (13а) та Sitrans F MAG 6000 (13б), уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА з якого поступає на МПК.

2.1.2. Тиск

Контроль та регулювання тиску в бражній колоні здійснюється за допомогою комплекту датчика тиску Sitrans P500 (2а), уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА з якого поступає на МПК. Управляючий сигнал з МПК через цифровий задатчик аналогових сигналів струму (2б) та електропневмоперетворювач PC-28GIA (2в) подається на пневмоклапан Elara (2г).

Контроль та регулювання тиску в епюраційній колоні здійснюється за допомогою комплекту датчика тиску Sitrans P500 (4а), уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА з якого поступає на МПК. Управляючий сигнал з МПК через цифровий задатчик аналогових сигналів струму (4б) та

електропневмоперетворювач PC-28GIA (4в) подається на пневмоклапан Elara (4г).

Контроль та регулювання тиску в бражній колоні здійснюється за допомогою комплекту датчика тиску Sitrans P500 (6а), уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА з якого поступає на МПК. Управляючий сигнал з МПК через цифровий задатчик аналогових сигналів струму (6б) та електропневмоперетворювач PC-28GIA (6в) подається на пневмоклапан Elara (6г).

2.1.3. Температура

Контроль та регулювання температури води після конденсаторів та дефлегматорів, здійснюється за допомогою комплекту термометра опору Sitrans TS500 (3а), уніфікований струмовий сигнал 4-20мА з якого поступає на МПК. Управляючий сигнал з МПК через цифровий задатчик аналогових сигналів струму (3б) та електропневмоперетворювач PC-28GIA (3в) подається на пневмоклапан SeriesFLN (3г). Контури 5-й та 7-й регулюються аналогічно.

Контроль та регулювання температури в бражній колоні, здійснюється за допомогою комплекту термометра опору Sitrans TS500 (1а), уніфікований струмовий сигнал 4-20мА з якого поступає на МПК. Управляючий сигнал з МПК через цифровий задатчик аналогових сигналів струму (1б) та електропневмоперетворювач PC-28GIA (1в) подається на пневмоклапан Bianca (1г).

Контроль температури в ректифікаційні колоні, здійснюється за допомогою комплекту термометра опору Sitrans TS500 (8а), уніфікований струмовий сигнал 4-20мА з якого поступає на МПК.

2.1.4. Рівень

Контроль рівня в епюраційній колоні, здійснюється за допомогою датчика рівня SITRANS LVL100 (9а), уніфікований струмовий сигнал 4-20мА з якого поступає на МПК, для сигналізації про переповнення епюраційної колони

2.1.5. Міцність сировини

Контроль якості, а саме міцність бражного дистиляту після бражної колони, здійснюється за допомогою промислового рефрактометра PRM-100 ALPHA (14а), уніфікований струмовий сигнал 4-20мА з якого поступає на МПК, для контролю на операторському екрані.

Контроль якості, а саме міцність бражного дистиляту після бражної колони, здійснюється за допомогою промислового рефрактометра PRM-100 ALPHA (15а), уніфікований струмовий сигнал 4-20мА з якого поступає на МПК, для контролю на операторському екрані.

Контроль якості, а саме міцність бражного дистиляту після бражної колони, здійснюється за допомогою промислового рефрактометра PRM-100 ALPHA (16а), уніфікований струмовий сигнал 4-20мА з якого поступає на МПК, для контролю на операторському екрані.

2.2 Обґрунтування вибору методів вимірювання і вимірювальних комплектів для контролю основних параметрів технологічного процесу дільниці.

2.2.1 Тиск

Тиск є одним із найважливіших параметрів технологічних і теплових процесі, який характеризує внутрішню енергію середовища та стан обладнання. Від величини тиску суттєво залежать режим і якість протікання технологічного процесу, тому виникає необхідність своєчасно контролювати і регулювати величину цього параметра.

За видом вимірюваної величини прилади для вимірювання тиску класифікують як:

- манометри – для вимірювання абсолютного і надлишкового тиску (0,06 – 1000 МПа);

- вакуумметри – для вимірювання вакуумметричного тиску (розрідження) (до мінус100 кПа);

- мановакуумметри – для вимірювання надлишкового і вакуумметричного тиску;

- тягоміри – для вимірювання малого вакуумметричного тиску (до мінус 40 кПа);

- тягонапороміри – для вимірювання малого вакуумметричного і надлишкового тиску (до ± 20 кПа);

- барометри – для вимірювання барометричного тиску атмосферного повітря;

- диференційні манометри – для вимірювання різниці двох тисків.

Датчик тиску складається з первинного перетворювача тиску, у складі якого чутливий елемент - приймач тиску, схеми вторинної обробки сигналу, різних за конструкцією корпусних деталей, у тому числі для герметичного з'єднання датчика з об'єктом і захисту від зовнішніх впливів і пристрої виведення інформаційного сигналу. Основними відмінностями одних приладів від інших є межі вимірів, динамічні та частотні діапазони, точність реєстрації тиску, допустимі умови експлуатації, масогабаритні характеристики, які залежать від принципу перетворення тиску в електричний сигнал.

Тензорезисторні перетворювачі тиску. Тензорезисторні чутливі елементи являють собою металеву і (або) діелектричну вимірювальну мембрану 1 (рис. 4.9.), на якій розміщуються тензорезистори, з'єднані у схему врівноваженого моста 3 з контактними площинами для підключення до внутрішньої або зовнішньої вимірюваної схеми.

Міст живиться від джерела живлення 4. Деформація мембрани під впливом зовнішнього тиску призводить до деформації і розбалансу тензорезисторного моста, який вимірюється електронним блоком 2.

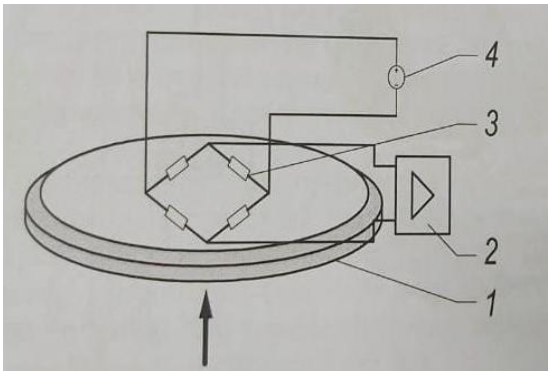


Рис. 2.1. Тензоелектричний перетворювач тиску

Промисловістю освоєно випуск приладів із тензоперетворювачами “Сапфір - 22” (рис. 4.10) для вимірювання тиску, в яких тиск перетворювався на електричний сигнал (0-5, 4-20, 0-20 мА). Чутливий елемент 1 розміщений у металевому корпусі 2. Через ніпель 5 підводиться тиск через роздільну мембрану 4 та кремнійорганічну рідину до другої металевої мембрани чутливого елемента. На поверхню пружної мембрани нанесено сапфіровий ізоляційний шар, а на нього – кремнієві тензорезистори 1 із вихідними провідниками до вимірювального блока 3. основними позитивними якостями перетворювачів “Сапфір - 22” є використання малих деформацій чутливих елементів, надійність, безінерційність, стабільність характеристик, компактність, вібро- та термостійкість. Похибку вимірювання можна знизити до 0,1%.

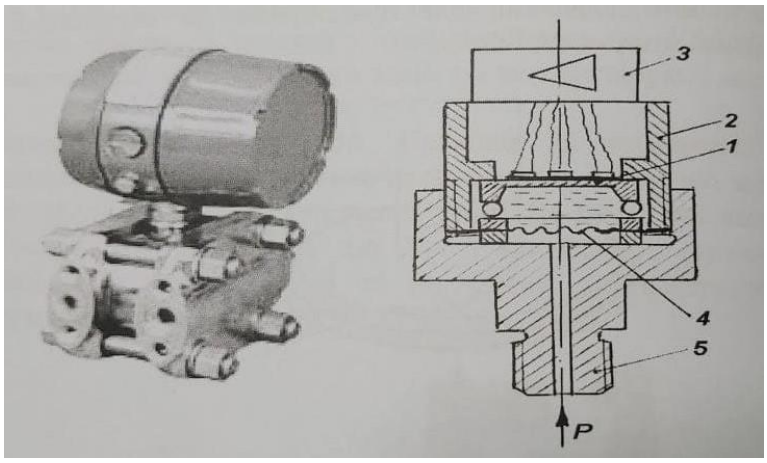


Рис. 2.2. Загальний вигляд і схема тензоперетворювача типу “Сапфір - 22”

Висновок: З електричних манометрів для БРУ можна використати тензорезисторний перетворювач тиску, так як вони мають достатню точність та діапазон вимірювань, а також можуть працювати в агресивних середовищах.

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

SITRANS P500 - це цифровий датчик тиску для вимірювання перепаду тиску, рівня і витрати з високою точністю. Він гарантує відхилення характеристичної кривої ≤ 0,03%, а також виключно низькі значення впливу статичного тиску і температури на результат вимірювання. Висока довготривала стабільність датчика знижує витрати на технічне обслуговування завдяки

збільшеним інтервалам калібрування і забезпечує високу надійність результатів вимірювань протягом тривалих періодів часу.

Рис. 2.3 SITRANS P500

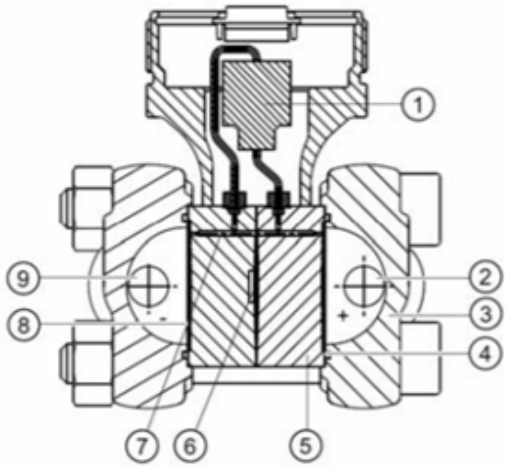
Переваги:

- Поліпшене керування Вашими системами завдяки надзвичайно короткому часу відгуку.
- Використання з прямим підключенням при температурі процесу до 125 °C (257 °F) навіть без системи виносних мембранних роздільників.
- Високий ступінь зручності використання завдяки повнотекстовому дисплею з підсвічуванням і 3 кнопок. Датчик також можна легко налаштовувати і експлуатувати з системи управління з використанням протоколу HART
- Велика кількість діагностичних функцій може використовуватися без підключення програмного забезпечення. На дисплеї можуть бути відображені навіть графіки та діаграми зміни параметрів для зручного моніторингу процесу.
- Велика діагностика, така як 8 реєстраторів мінімальних і максимальних значень процесу, що показують також час настання події.

Даний електроманометр може використовуватись в агресивних середовищах, а також може застосовуватись в середовищах вимірювання в діапазоні від -50 до 150 °C. Має вихідний сигнал 4-20 мА. А діапазон

вимірювання від 1 мбар до 32 бар, такий невеликий діапазон вимірювання забезпечує високу точність.

Принцип роботи ПВП (вимірювальної ячейки):



①	Кремнієвий датчик тиску	⑥	Мембрана захисту від перенавантаження
②	Вихідний тиск	⑦	Наповнювальна рідина
③	Фланець з з'єднанням процесу	⑧	Розділююча мембрана
④	Кільцеве ущільнення	⑨	Вихідний тиск
⑤	Корпус вимірювальної комірки		

Рис. 2.4 Будова SITRANS P500

- Перепад тиску передається за допомогою розділової мембрани 8 і рідини 7 на кремнієвий датчик тиску 1.
- У разі перевищення діапазону вимірювань виконується відведення розділової мембрани 8 до корпусу вимірювальної комірки 5 для захисту кремнієвого датчика тиску 1 від перевантаження.
- Перепад тиску викликає зміщення розділової мембрани кремнієвого датчика тиску. Зсув призводить до зміни опорів чотирьох п'єзорезисторів мостової схеми в вимірювальної мембрані.
- В результаті зміни опору вихідна напруга моста стає пропорційним перепаду тиску.

Принцип дії ВП:

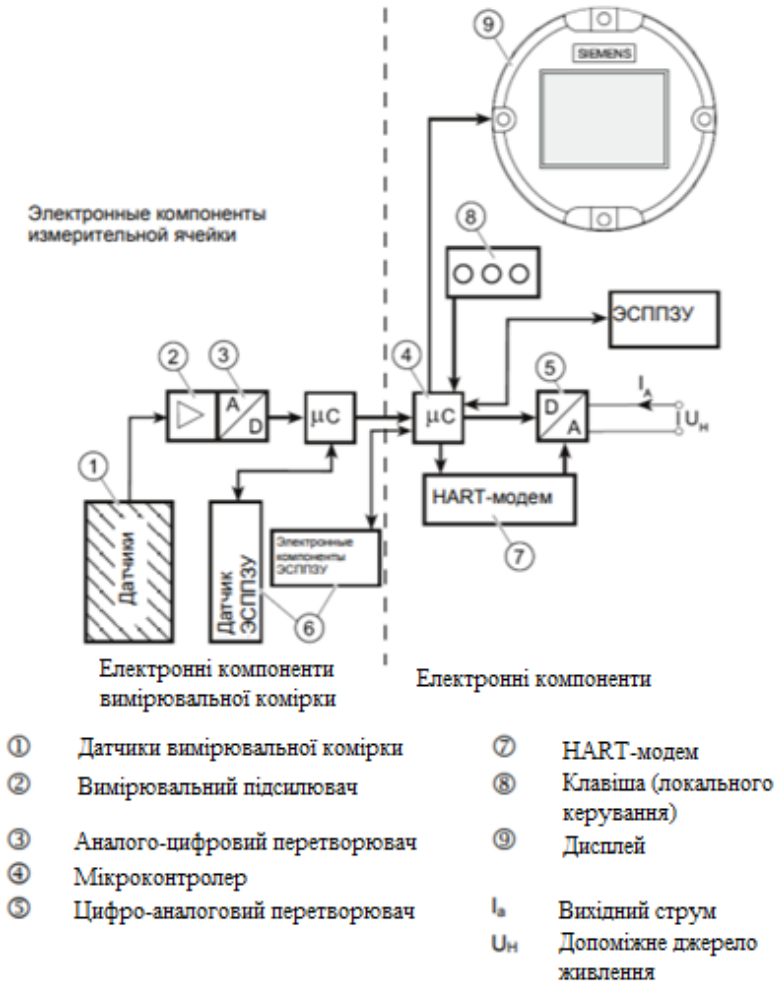


Рис. 2.5 Принцип дії ВП

Принцип роботи:

- Датчик 1 перетворює вхідний тиск в електричний сигнал.
- Даний сигнал потім посилюється в вимірювальному підсилювачі 2 і перетворюється в аналого-цифровому перетворювачі 3.
- Мікроконтролер 4 аналізує і коригує лінійність і теплові характеристики цифрового сигналу.
- Після чого він перетворюється в цифро-аналоговому перетворювачі 5 в вихідний струм силою від 4 до 20 мА. Діодна схема забезпечує захист від зворотної полярності.
- Дані вимірювальної комірки, електроніки та параметризації зберігаються в двох ЕСППЗУ 6. Одне ЕСППЗУ розташоване в вимірювальної комірки, інше - в електронних компонентах.

2.2.2 Температура

Температура є одним із основних показників, які визначають стан протікання технологічного процесу і якість продукції.

Залежно від принципу дії промислові засоби вимірювання температури розділяються на такі групи з відповідними межами вимірювання: термометри розширення (від -200 до +600 °С), манометричні термометри (від -200 до +1000 °С), термоелектричні термометри (від -270 до +2800 °С), пірометри (від -50 до +3500 °С).

Термоперетворювачі опору

Принцип дії термоперетворювачі (термометрів опору) ґрунтується на зхміні електричного опору провідників або напівпровідників під впливом температури й описується рівняннями:

для провідників: $R_t = R_0(1 + \alpha * t)$

для напівпровідників: $R_t = K * e^{\beta/t}$

де α і β – коефіцієнти питомого електричного опору провідників і напівпровідників; К – константа.

Таким чином, знаючи цю залежність, можна, вимірюючи електричний опір провідників або напівпровідників, судити про температурні умови, в яких вони знаходяться, тобто вимірювати температуру непрямим методом.

Характер залежності $R_t = f(t)$ у провідників та напівпровідників різний: у металів R_t із збільшенням температури зростає, а в напівпровідників – зменшується.

Незважаючи на те, що чутливість напівпровідникових термометрів у 5-10 разів вища, ніж у металевих, вони застосовуються значно рідше. Це зумовлено тим, що їхні характеристики $R_t = f(t)$ істотно нелінійні та мають погане відтворення параметрів. Це ускладнює їхню взаємозамінність.

Найбільше використовують у промисловості металеві термометри опору.

Конструктивно термометри опору являють собою відповідно мідний (діаметром 0,1 мм) або платиновий (діаметром 0,07 мм) дріт (рис. 4.15), намотаний на осердя або пластину з ізоляціного матеріалу й поміщений у захисну арматуру. Чутливий елемент 1 розміщений у пористому керамічному циліндрі 2, заповненому керамічним порошком 3, який знаходиться в зовнішній захисній трубці – чохлі 4 з нержавіючої сталі. До верхніх кінців спіралі чутливого елемента 1 припаяні виводи 5, які виходять у головку 7 приладу, де виводи 5 закінчуються клемами 8, до яких під'єднується кабель, що передає сигнал до вимірювального приладу.

Термометри опору закріплюються на об'єкті з використанням різьбової втулки 10.

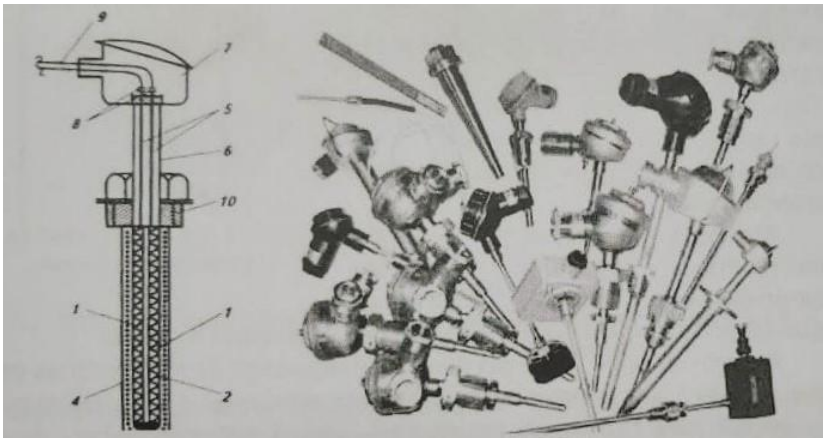


Рис. 2.6. Конструкція та загальний вигляд термометрів опору

У промисловості використовують декілька градуювань термометрів опору, в основу яких покладено електричний опір термометра при 0 °С, зокрема:

- для платини: 50П, Pt50, 100П, Pt100, 500П, Pt500, 1000П, Pt1000;
- для міді: 50ЬМ, Cu50, 100М, Cu100, 500М, Cu 00, 1000М, Cu1000;
- для нікелю: Ni100, Ni1000.

Для відображення та реєстрації значень температури термометри опору працюють у комплекті зі зрівноваженими і неврівноваженими мостами, логометрами та цифровими приладами.

Необхідно пам'ятати, що термометр відповідного градуювання може бути підключений до вторинного приладу тільки того самого градуювання, яке зазначене на його шкалі.

Термометри опору можуть мати у своєму складі нормуючий перетворювач, який установлюється в головку термометра опору і перетворює величину опору на уніфікований електричний сигнал. У цьому випадку вони можуть бути підключені до цифрових показувальних і управляючих пристроїв різного призначення: цифрові індикатори, мікропроцесорні регулятори та ін.

Оскільки ці прилади можуть бути використані для підключення всіх датчиків, які мають уніфікований сигнал, то вони є універсальними. Термометри опору можуть також під'єднуватись безпосередньо до спеціалізованих модулів промислових контролерів.

Переваги термометрів опору: надійність, широкий діапазон вимірювань, висока точність, можливість передачі сигналу на відстань, простота в роботі.

Недоліки: зміни температури навколишнього середовища на опір лінії зв'язку, які спотворюють значення вимірювального сигналу. У зв'язку з цим необхідно виконувати три- і чотирипровідні схеми підключення опору провідників або використання додаткового джерела живлення датчика, яке вбудоване у показувальні прилади та модулі промислових контролерів.

Висновок: Термоперетворювач опору можна використовувати в БРУ так як він має широкий діапазон вимірювань, високу точність, можливість передачі сигналу на відстань, а також є можливість використовувати в агресивних середовищах.

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

Термоперетворювачі опору платинові серії SITRANS TS призначені для вимірювань температури різних середовищ, які не агресивних до матеріалу захисної арматури.

SITRANS TS500 - це промисловий сенсор температури, який підтримує велику кількість вимірювальних завдань, починаючи від базових застосувань і закінчуючи рішеннями для важких умов експлуатації. Це стало можливим завдяки модульної конструкції, що дозволяє конфігурувати виконання сенсора відповідно до індивідуальних потреб.

Рис. 2.7. SITRANS TS500

Переваги:

- Вимірювання температури з лінійним вихідним сигналом
- Висока точність у всьому діапазоні навколишньої температури
- Зниження наведень від заводських джерел
- Сигналізація обриву або короткого замикання сенсора згідно NAMUR 43
- Вибухобезпечне виконання для США, Канади та Європи
- Тонка конструкція, для удосконалення існуючих датчиків Pt100 на сигнал 4...20 мА
- Міцна конструкція, повністю герметична електроніка

В даному термометрі опору використовується платиновий датчик Pt100 діапазон вимірювання якого в базовому виконанні -50 - 400°С.

Принцип дії ПВП:

Принцип дії термоперетворювачі (термометрів опору) ґрунтується на зхміні електричного опору провідників або напівпровідників під впливом температури й описується рівняннями:

для провідників: $R_t = R_0(1 + \alpha * t)$

для напівпровідників: $R_t = K * e^{\beta/t}$

де α і β – коефіцієнти питомого електричного опору провідників і напівпровідників; К – константа.

Таким чином, знаючи цю залежність, можна, вимірюючи електричний опір провідників або напівпровідників, судити про температурні умови, в яких вони знаходяться, тобто вимірювати температуру непрямим методом.

Характер залежності $R_t = f(t)$ у провідників та напівпровідників різний: у металів R_t із збільшенням температури зростає, а в напівпровідників – зменшується.

Принцип дії ВП:

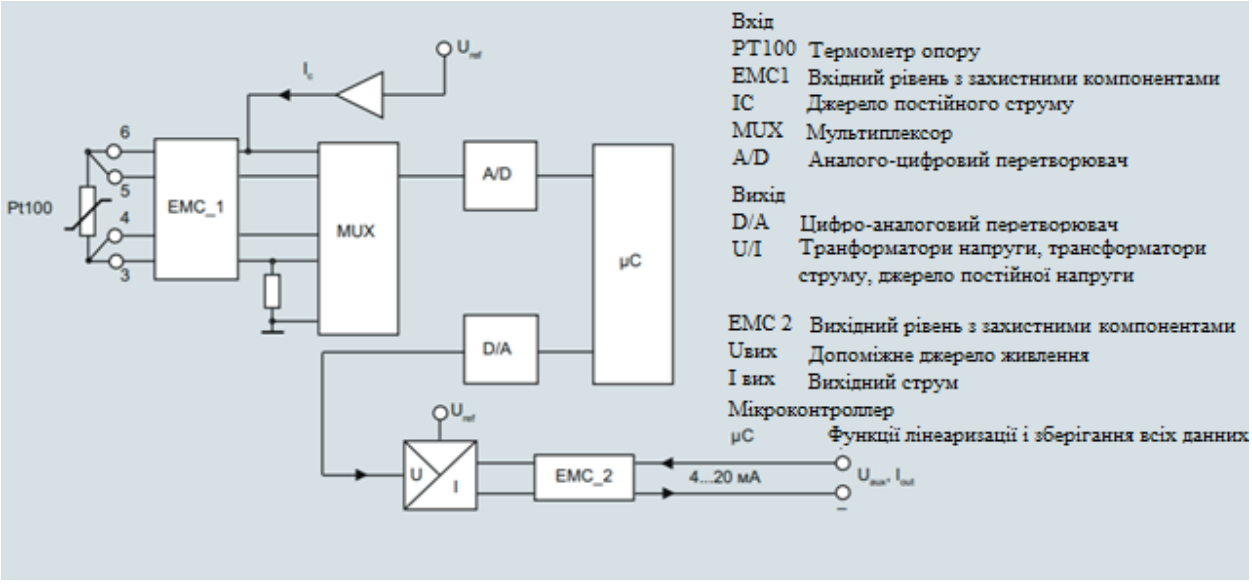


Рис. 2.8 Принцип дії ВП

Виміряний сигнал термометра опору Pt100 (2-, 3-або 4-дротова система) посилюється у вхідному каскаді.

Напруга, пропорційна вхідній змінній, перетворюється на цифрові сигнали мультиплексором в аналого-цифровому перетворювачі. Мікроконтролер конвертує їх відповідно до характеристики сенсора і іншим параметрам (діапазону вимірювання, демпфірування, навколишньої температури і т. д.).

Після цієї підготовки сигнал перетворюється аналого-цифровим перетворювачем в незалежний від навантаження постійний струм 4-20 мА.

Фільтр ЕМС захищає вхідний і вихідний ланцюг від електромагнітних впливів.

2.3.3 Рівень

Майже в усіх технологічних процесах харчових виробництв виникає необхідність у вимірюванні рівня рідин та сипких матеріалів, а також сигналізації мінімально чи максимально припустимих рівнів в резервуарах, апаратах. Сучасні прилади рівня поділяються на дві основні групи: рівнеміри (дають конкретне значення рівня) та сигналізатори рівня (спрацьовують при пороговому значенні рівня). За принципом дії рівнеміри є: механічні, гідростатичні, кондуктометричні, ємнісні, радіоізотопні, акустичні, ультразвукові та ін.

В залежності від призначення і конструкції класифікуються наступним:

-за принципом дії рівнеміри є: механічні, гідростатичні, кондуктометричні, ємнісні, радіоізотопні, акустичні, ультразвукові та ін.

-за видом контрольованого матеріалу: а) прилади рівня для рідини; б) прилади рівня для сипких матеріалів;

-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.

Вібраційні сигналізатори рівня

Вібраційний сигналізатор рівня може використовуватись для сигналізації рівня заповнення, звільнення або проміжного рівня в ємностях із сипкою або рідкою речовиною. Установлюються вертикально, горизонтально або під кутом.

Датчики рекомендується використовувати для роботи з дрібнозернистими пилоподібним матеріалами зі вмістом від 60 г/л, при температурі від -40 до +150 °С.

Конструктивно вібраційний датчик для визначення максимально припустимого рівня виконаний у формі камертона, одна із половин якого є джерелом коливань, які генерується п'єзокристалом, а інша – приймачем.

Принцип роботи ґрунтується на спрацьовуванні датчика в момент дотику з матеріалом, який з'являється між пластинами.

Сенсорні вилки датчиків для визначення максимального рівня рідин налаштовані на вібрацію на резонансній частоті в повітрі за допомогою п'єзоелектричного елемента. Частота коливань змінюється при занурені сенсорних вилок у рідину, конвертується в частотно-імпульсний сигнал і подається на трансмітер. Вбудований мікропроцесор обробляє отриманий сигнал. При досягнені максимального рівня відбувається замкнення або розімкнення вихідного контакту.

Висновок: Вібраційні сигналізатори рівня підходять для контролю рівня рідини в колонах БРУ, так як їх можна використовувати для сигналізації рідини, а також що важливо при температурі до 150 °С.

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача):

SITRANS LVL100 - це компактний вібраційний датчик рівня для рідин і суспензій, таких як виявлення переливу, високого і низького рівня. Також ідеально підходить для захисту насоса, резервного копіювання та роботи в обмеженому просторі.

Рис. 2.9. SITRANS LVL100

Переваги:

- Контроль поломок на предмет корозії, втрати вібрації або обриву лінії до п'єзоелектричного елемента.
- Компактний дизайн для обмеженого простору
- Різьбове приєднання до процесу, починаючи з ½ дюйма
- Вимірювання при температурі процесу від – 40 до +150°C

2.3.4 Витрата

Вимірювання кількості та витрати рідин, газів, сипучих речовин у харчових виробництвах має важливе значення як для контролю технологіних режимів, так і для управління технологічними процесами.

Витратомір – це засіб для вимірювання витрати. Конструктивно витратомір може включати комплекс технічних пристроїв, які об'єднані в єдине ціле з чутливим елементом первинного вимірювального перетворювача, який безпосередньо сприймає зміни витрати речовини. При цьому можуть використовуватись як контактні, так і безконтактні методи вимірювання.

Да принципом дії розрізняють:

- витратоміри змінного перепаду тиску;

- витратоміри постійного перепаду тиску;

- електромагнітні витратоміри;
- ультразвукові витратоміри;
- витратоміри змінного рівня;
- вихрові витратоміри;
- масові (коріолісові) витратоміри;
- теплові витратоміри.

Електромагнітні витратоміри (індукційні витратоміри)

Принцип дії електромагнітного витратоміра ґрунтується на явищі електромагнітної індукції і полягає у вимірюванні електрорушійної сили (ЕРС) яка наводиться в "рідинному" провіднику, який переміщується в магнітному полі. Використовується для вимірювання об'ємної витрати електропровідних рідин розчинів і пульп.

Електромагнітний перетворювач (рис. 2.10) схематично являє собою частину трубопроводу 1, виготовленого з немагнітного матеріалу і покритого всередині електричним ізоляційним шаром 2, який міститься між полюсами магніту 3. Напрямок силових ліній магнітного поля перпендикулярний осі трубопроводу. Для знімання сигналу ЕРС через стінки труби вводять два електроди 4, з'єднані з вимірювальним приладом 5.

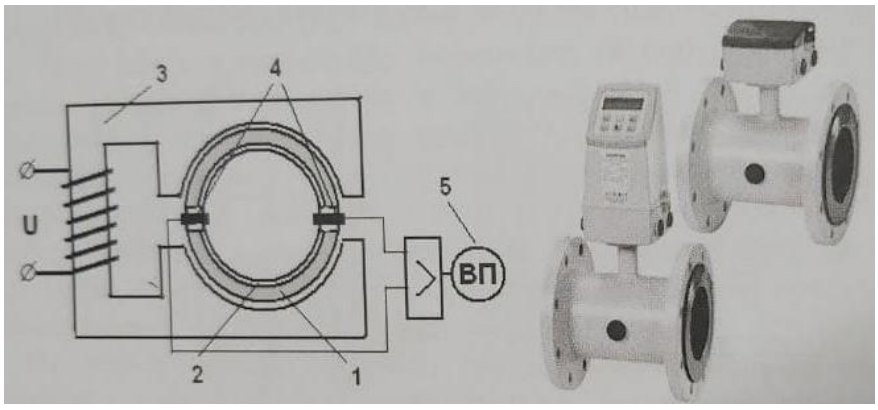


Рис.2.10. Схема і зовнішній вигляд індукційного витратоміра

Головною перевагою електромагнітних витратомірів є їхня висока точність і широкий діапазон вимірювання витрати – від 0,032 до 25000 м^3/год з можливістю встановлення на трубопроводах діаметром від 3 до 1000 мм.

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: Індукційні витратоміри підходять для вимірювання витрати, так як вони можуть використовуватись в агресивних середовищах, на них не впливає температура та склад рідини, а також вони мають малу похибку.

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

Електромагнітні витратоміри MAGFLO забезпечують надійне вимірювання електропровідних рідин з високою точністю (0,25 - 0,5%) в широкому діапазоні вимірювання.

Принцип вимірювання витрати заснований на законі електромагнітної індукції Фарадея.

Регулятор потоку MAGFLO складається з датчика витрати типу MAG 1100 або MAG 3100 (DY 6 – 2000 mm) і електронного перетворювача сигналів типу MAG 5000 або MAG 6000, який має два монтажних виконання: компактне і рознесене.

Витратоміри легко налаштовуються за допомогою системи меню з використанням вбудованих клавіатури і дисплея і мають пропорційні витраті вихідні струмовий і частотно-імпульсний сигнали, а також програмований релейний вихід. Регулятор потоку може мати дозувальні функції і спеціальний блок очищення електродів.

Рис. 2.11 SITRANS FM MAG 3100

SITRANS FM MAG 3100 - це електромагнітний датчик потоку з великою різноманітністю футеровок, електродних матеріалів і з заземлюючими електродами в стандартній комплектації, що забезпечує ідеальну сумісність практично з будь-яким потоком.

Діапазон вимірювань в даного витратоміра 0 – 10 м/с, при робочому тиску до 100 бар та температурі від -40 до 180 °С. Даний витратомір можна підібрати для труб широкого діапазону розмірів від 15 до 2000 мм.

Принцип дії ПВП:

Всі магнітно-індукційні витратоміри базуються на законі електромагнітної індукції Фарадея:

$$U_m = B * v * d * k$$

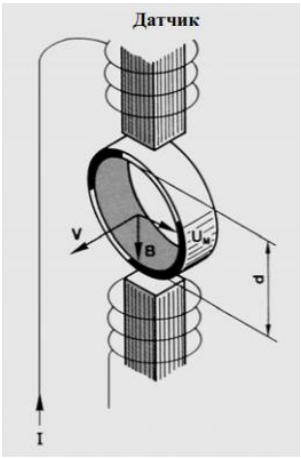


Рис. 2.12. узагальнена схема індукційного первинного вимірювального перетворювача витрати

На рис. 2.12 приведена узагальнена схема індукційного первинного вимірювального перетворювача витрати, де зображено електромагніт, який збуджується змінним струмом I (напругою збудження $U_{збудж}$) і який на ділянці між полюсами створює рівномірне однорідне магнітне поле з індукцією B. 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 α = sin 90= 1), і в рідині, як у рухомому провіднику, наводиться (індукується) електрорушійна сила U_m.

Значення цієї електрорушійної сили знімається з двох електродів, що розміщуються на протилежних кінцях внутрішнього діаметру немагнітної труби і зсунуті по відношенню до обмоток збудження на 90°. Електроди контактують з вимірюваною за витратами рідиною, але ізольовані від труби, яка виготовляється, як правило, із нержавіючої сталі.

де B – магнітна індукція; V- швидкість потоку, м/с; d – довжина рідинного провідника, що відповідає довжині провідника L і дорівнює діаметру трубопроводу, м.

Витрати рідини у трубопроводі дорівнюють добутку площі перетину трубо - проводу на швидкість потоку V:

$$F = S * V$$

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 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° і компенсується за допомогою ланцюга, що складається із спеціального подільника напруги.

ВП:

SITRANS FM MAG 6000 I і SITRANS FM MAG 6000 I Ex de - це мікропроцесорні перетворювачі, які можуть використовуватися в найсуворіших промислових умовах.

Рис. 2.13. SITRANS FM MAG 6000 I / 6000 I Ex de

Цей вимірювальний перетворювач обробляє сигнали. що надходять від відповідних магнітно-індуктивних вимірювальних датчиків і крім цього забезпечує функцію блоку живлення, який живить котушки збудження постійним струмом.

На виході з перетворювача отримуємо сигнал 4 – 20 мА.

2.2.5 Концентрація речовини

Рефрактометр

Суть рефрактометричного методу визначення концентрації розчинів полягає у вимірюванні величини показника заломлення світла при переході його з одного середовища в інше, яке відрізняється оптичною густиною. Показник заломлення розчинів однакової природи залежить від концентрації, причому при малих значеннях ця залежність прямо пропорційна. Отже концентрацію розчину можна визначити показником заломлення, використовуючи рефрактометр.

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

Промисловий рефрактометр PRM-100 ALPHA є передовим промисловим рефрактометром ATAGO і призначений для вимірювання концентрації речовин у потоці безперервним способом. Прилад складається із двох блоків. Перший — самий вимірювальний блок, який монтується в трубу або бак за допомогою

спеціальних кріплень (див. опції). Другий – блок відображення інформації. З'єднуються два блоки кабелем завдовжки 15 метрів або більше.

Призма вимірювального блоку виконана з високоякісного штучного сапфіру і має стійкість до механічних пошкоджень і налипання зразка. Прилад має високу точність вимірювання в широкому діапазоні, дві шкали вимірювань (Brix або nD), а також численні функції, що спрощують розпізнавання збою концентрації зразка. Має три виходи - вихід RS-232C, аналоговий вихід 4-20 мА та вихід для сигналізації.

Рис. 2.14. PRM-100 ALPHA

Принцип дії ПВП:

При поданні світла на межу розподілу двох фаз, які характеризуються різними значеннями показників заломлення воно частково відбивається і частково заломлюється. Відповідно до закону відбивання кут відбиття світлової хвилі у рівний за абсолютною величиною кута падіння α. Таке відбивання називається дзеркальним і можливе при ідеальній плоскій межі розподілу двох фаз. Кут заломлення β залежить від співвідношення показників заломлення середовищ відповідно до закону заломлення.

2.2.6 Клапани

Поворотний пневмопривід двосторонньої дії для запірної арматури

Сфера застосування поворотного пневмоприводу у промисловості дуже широка. Найчастіше їх використовують для керування запірною арматурою. Основне призначення пневмоприводу - приводити в дію кульові крани, засувки тощо.

Рис. 2.15. Поворотний пневмопривід двосторонньої дії для запірної арматури

Характеристики

Основні

Виробник	Metal Work
Країна виробник	Італія
Тип	Пневмоциліндр
Мінімальний робочий тиск	2.5 МПа
Максимальний робочий тиск	10 МПа
Матеріал виробу	Алюміній
Діаметр	32 мм
З'єднання	Різьбове

Рис. 2.16. Характеристики поворотний пневмопривід двосторонньої дії для запірної арматури

Series FLN

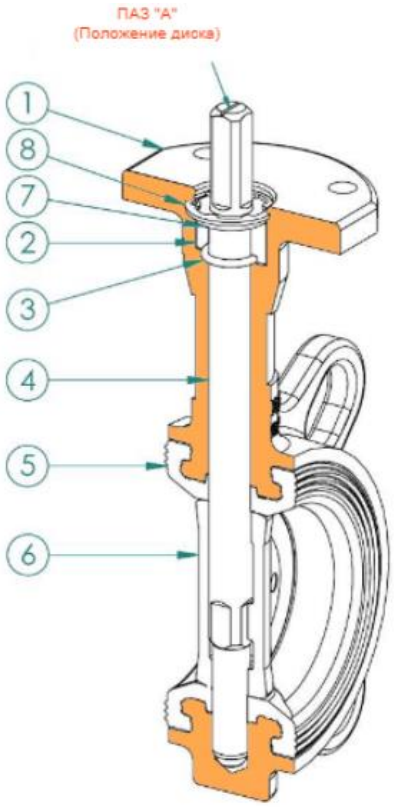
Поворотний клапан є різновидом клапанів в якому обертання проходу або проходів у поперечній пробці регулює потік рідини або газу через приєднані труби.

Рис. 2.17. Series FLN

Рис. 2.18. Монтаж Series FLN

DN mm	Дюйми	D-1	D-2	D-3	D-4
32	1 ¼"	32	42	20	15
40	1 ½"	40	50	30	26
50	2"	50	61	40	30
65	1 ½"	65	75	55	47
80	3"	80	90	70	66
100	4"	105	115	95	90
125	5"	125	140	120	113
150	6"	150	170	145	139
200	8"	200	220	200	193
250	10"	250	270	245	241
300	12"	300	325	295	290
350	14"	350	370	345	338
400	16"	400	420	395	387
450	18"	450	475	442	437
500	20"	500	525	490	478
600	24"	600	624	587	578
700	28"	700	715	693	678
800	32"	800	818	795	767
900	36"	900	922	880	867
1000	40"	-	-	-	-
1100	44"	-	-	-	-
1200	48"	-	-	-	-

Рис. 2.19. Діаметри Series FLN



Поз.	Призначення	К-сть
1	Корпус	1
2	Фрікціонна втулка	1
3	Тороідальне ущільнення	1
4	Вісь	1
5	Кільце	1
6	Диск	1
7	Плоска шайба	1
8	Еластичне кільце	1

Рис. 2.20. Будова Series FLN

Bianca

Поворотні клапани Bianca для хімії.

Рис. 2.21. Bianca

Рекомендації щодо застосування застосування:

Для вилучення металів, будь то цинк, мідь, платина і т.д., з подрібнених гірських порід в переважній більшості випадків використовують сірчану кислоту. При цьому заслінки піддаються надзвичайно високим і агресивним навантажень.

Суть проблеми:

Оскільки умови використання сірчаної кислоти в плані температури, тиску і концентрації не завжди зберігаються постійними (в залежності від видобутого металу варіюються в межах: концентрація 40-50%, температура 40-700С, тиск до 5 бар), то заслінки повинні зберігати свою працездатність в вельми широкому діапазоні. Тому через тривалі ремонти рудники часто працюють тільки на половину своїх потужностей.

Рішення проблеми:

За допомогою заслінки Bianca фірми InterApp з диском, покритим PFA, і ущільнювачами PTFE споживач виходить за межі критичної області умов експлуатації на руднику. Умовні проходи простягаються від ДУ 32 до ДУ 750, а на замовлення можуть бути і більше. Заслінки Bianca сумісні важелями ручного управління, редукторами, пневматичними і електричними приводами.

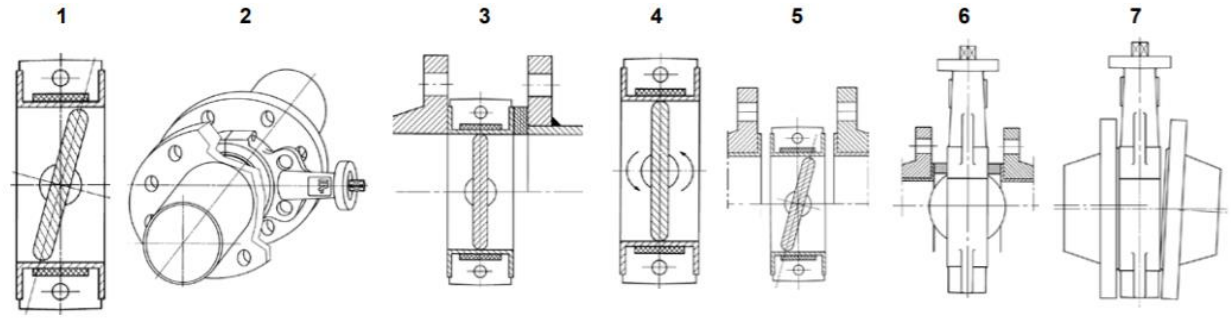


Рис. 2.22. Креслення Bianca

DN		PN10		PN16		ANSI UNC		ANSI metr.	
[mm]	[inch]	[Nm]	[lb-in]	[Nm]	[lb-in]	[Nm]	[lb-in]	[Nm]	[lb-in]
32	1 ¼“	40	357	40	357	33	288	31	271
40	1 ½“	40	357	40	357	33	288	31	271
50	2“	52	460	52	460	52	462	52	460
65	2 ½“	52	460	52	460	52	462	52	460
80	3“	32	285	32	285	65	573	64	571
100	4“	45	396	45	396	45	398	45	396
125	5“	55	483	55	483	65	578	68	603
150	6“	90	794	90	794	86	760	90	794
200	8“	112	993	75	662	107	950	112	993
250	10“	116	1028	139	1234	129	1144	127	1124
300	12“	137	1209	164	1451	152	1345	149	1321

DN		PN10		PN16		ANSI UNC		ANSI metr.	
[mm]	[inch]	[Nm]	[lb-in]	[Nm]	[lb-in]	[Nm]	[lb-in]	[Nm]	[lb-in]
350	14“	142	1255	170	1506	240	2126	227	2009
400	16“	160	1414	178	1578	169	1496	160	1414
450	18“	183	1620	204	1808	273	2413	255	2259
500	20“	188	1664	234	2070	224	1983	210	1857
600	24“	249	2200	303	2681	293	2592	277	2453
700	28“	275	2436	335	2968	278	2460	263	2327
750	30“	-	-	-	-	355	3141	336	2972
800	32“	386	3415	462	4085	419	3706	396	3502
900	36“	453	4011	542	4797	502	4442	474	4198
1000									
1200									

Рис. 2.23. Діаметри Bianca

Elara

Поворотні клапани Elara на пар і високі тиски.

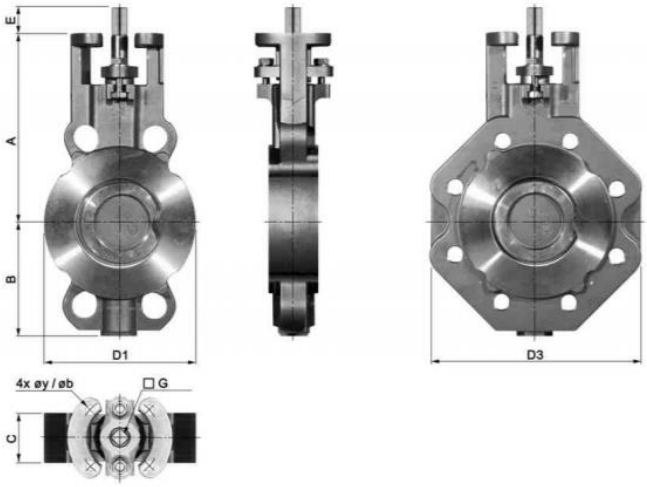


Рис. 2.24. Elara

Клапан / Valve						Вал / Shaft		ISO 5211			[кг] [kg]	
DN	A	B	C	D1	D3	E	G	ISO	y	b	E1C	E3C
50	162,5	92,5	44	104,5	154,0	19	14	F07	9	70	5,3	7,5
65	169,5	100,0	47	124,5	178,0	19	14	F07	9	70	6,0	9,2
80	173,5	106,0	47	139,5	195,0	19	14	F07	9	70	7,0	10,3
100	205,5	122,5	53	163,0	225,0	19	14	F07	9	70	8,7	12,4
125	215,0	137,0	57	193,0	243,0	19	14	F07	9	70	12,0	16,7
150	270,5	155,0	57	219,0	271,0	25	17	F10	11	102	18,3	23,6
200	299,5	202,0	61	273,0	350,5	25	17	F10	11	102	24,7	34,3
250*	353,0	211,0	69	397,0	397,0	31	22	F10	11	102	49,0	49,0
300*	391,0	244,0	79	464,0	464,0	31	22	F10	11	102	69,0	69,0

Рис. 2.25. Діаметри Elara

2.2.7 Електропневматичний перетворювач РС-28G/A

Електропневматичний перетворювач призначений для перетворення уніфікованого струмового сигналу 4 … 20 мА в уніфікований пневматичний сигнал 20 … 100 кПа. Прилад дозволяє забезпечити спільну роботу засобів автоматизації що працюють в електричному і пневматичному стандарті, наприклад, управляти пневматичним виконавчим пристроєм від аналогового виходу електронного контролера.

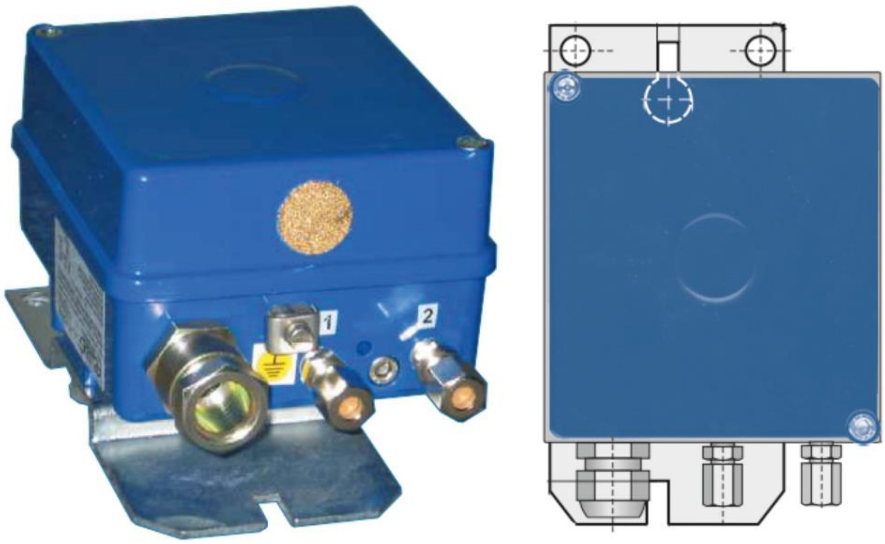


Рис. 2.26. РС-28G/A

Характеристики

Вихідний сигнал:
- 4...20 мА
- 0...20 мА
- 20...0 мА
- 20...4 мА

Межа зведеної похибки:
- 0,5%

Ступінь захисту корпусу:
- IP54

Іскробезпечне виконання:
- II 2G Exia IIC T6/T5/T4

Рис. 2.27. Характеристики РС-28G/A

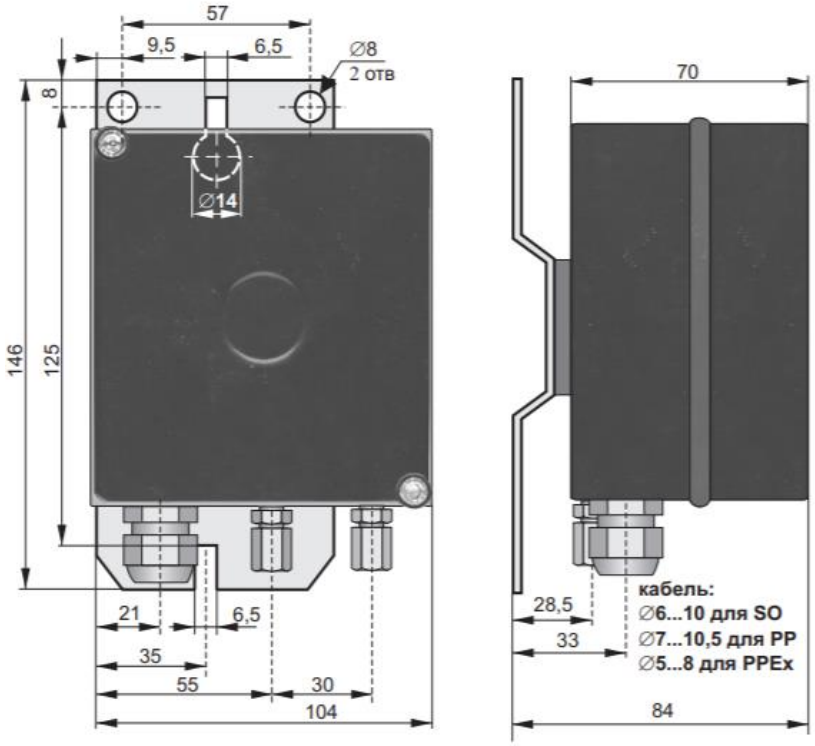


Рис. 2.28. Розміри PC-28G/A

2.2.8 Сигналізація

Ревун РВП-220

Рис. 2.29. Ревун РВП-220

Ревун серії РВП 220 призначений для подачі звукового сигналу в системах оповіщення та тривожної сигналізації змінного струму. При замовленні РВП

(ревуна РВП 50гц) необхідно вказати необхідне U змінного струму: 380, 220, 127, 110, 36, 24, 12 вольт. Стандартне виконання Ревуна РВП: 220 В, 50 Гц.

Лампа Monoled BA9s 220V

Рис. 2.30. Monoled BA9s 220V

Індикаторні лампи з тримачем – напівпровідникові джерела світлового випромінювання, призначені для тривалого та надійного освітлення або підсвічування контрольно-керуючого обладнання (шафи, щити, пости, вимірювальні прилади).

Такі лампи мають утримувачі, що дозволяють встановлювати їх на різних блоках та друкованих платах. Такі лампи працюють у ланцюгах з постійним та змінним струмом.

2.2.9 Цифровий задатчик аналогових сигналів струму та напруги УЗС1

Рис. 2.31. УЗС1

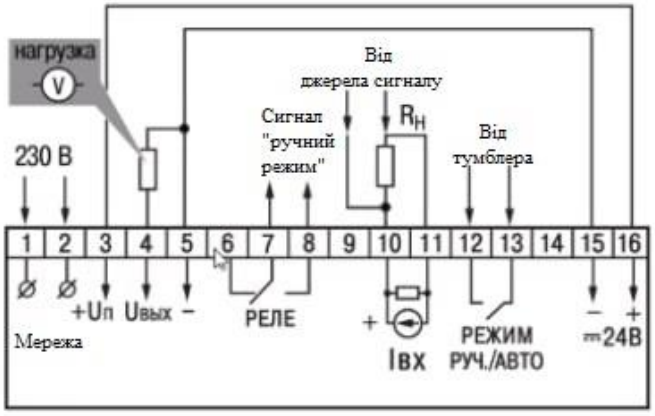


Рис. 2.32. Підключення УЗС1

Пристрій ОВЕН УЗС1 призначений для ручного або автоматичного керування аналоговими виконавчими механізмами. В автоматичному режимі УЗС1 транслює сигнал від керувального пристрою або контролера на виконавчий механізм, а в ручному – формує сигнал 4…20 мА або 0…10 В, значення якого встановлюється користувачем з лицьової панелі.

2.3. Специфікація на прилади і засоби системи автоматизації

Таблиця 3. Специфікація на прилади і засоби системи автоматизації

Позиція	**Параметр**	**Місце установ-лення**	**Найменування і коротка технічна характеристика приладу**	**Тип, модель**	**Кіль-кість**	**Завод-виготовл-ювач**
1	2	3	4	5	6	7
1a,3a,5a, 7a,8a, 10a,11a	Темпера-тура	За місцем	Термометр опору з вторинним перетворювачем Вихідний сигнал: 4-20мА, напруга живлення 24 VDC, діапазон вимірювань - –50 ... +400 °C.	Sitrans TS 500	6	Siemens
2a,4a,6a	Тиск	За місцем	Тензорезисторний перетворювач з вторинним перетворювачем Вихідний сигнал: 4-20мА, напруга живлення 24 VDC, діапазон вимірювань - від 1 - 1.25 мбар до 0 - 32 бар.	Sitrans P500	3	Siemens
12a,13a	Витрата	За місцем	Індукційний витратомір з вторинним перетворювачем Напруга живлення 220 VAC, діапазон вимірювань - От 0 до 10 м/с.	Sitrans FM MAG 3100	2	Siemens
9a	Рівень	За місцем	Вібраційний сигналізатор рівня, напруга живлення 24 VDC.	Sitrans LVL100	1	Siemens
14a,15a, 16a	Міцність	За місцем	Промисловий рефрактометр, напруга живлення 24 VDC, діапазон вимірювань – коефіцієнт заломлення 1,32000…155700, 0-100%.	PRM-100 alpha	3	Atago

1	2	3	4	5	6	7
1г,2в,3г, 4в,5г,6в, 7г,10г, 11г		На щиті	Елект. - пневмат. перетворювач Вихід: 20-100kPa, Вхід: 4-20мА напруга живлення 24 VDC.	PC-28GIA	9	Aplisens
1д,10д, 11д		За місцем	Клапан поворотний для агресивних середовищ	Bianca	3	InterApp
2г,4г,6г		За місцем	Клапан поворотний на пар і високі тиски	Elara	3	InterApp
3д,5д,7д		За місцем	Клапан поворотний	SeriesFLN	3	Sigeval
1в,2б,3в, 4б,5а,6б, 7в,10в, 11в		На щиті	Цифровий задатчик аналогових сигналів струму та напруги, Вхід: 4-20мА, напруга живлення 220 VAC	УЗС1	9	ОВЕН
12б,13б	Витрата	За місцем	Вторинний перетворювач для Sitrans FM MAG 3100, Вихід: 4-20мА, напруга живлення 24VDC	Sitrans F MAG 6000	2	Siemens

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

3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Архітектура M340 Modicon M340 – промисловий контролер фірми Schneider Electric, для програмування якого використовується програмне забезпечення UNITYPRO. 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.1.1):

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.

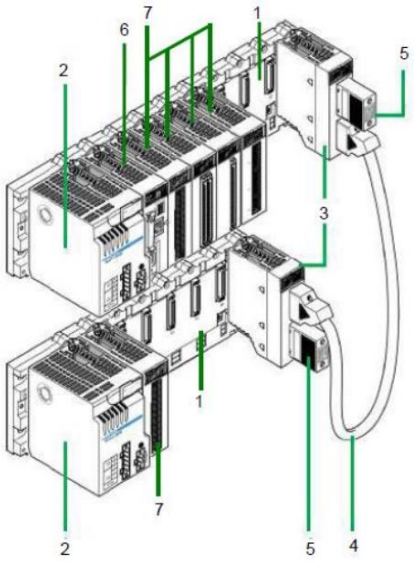


Рис. 3.1. Архітектура Modicon M340

Основним конструктивним елементом контролера є шасі (рис.1.2). 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 XBP1200) позицій. У разі необхідності використовувати велику кількість модулів контролер може складатись з декількох шасі (рис.1.2).

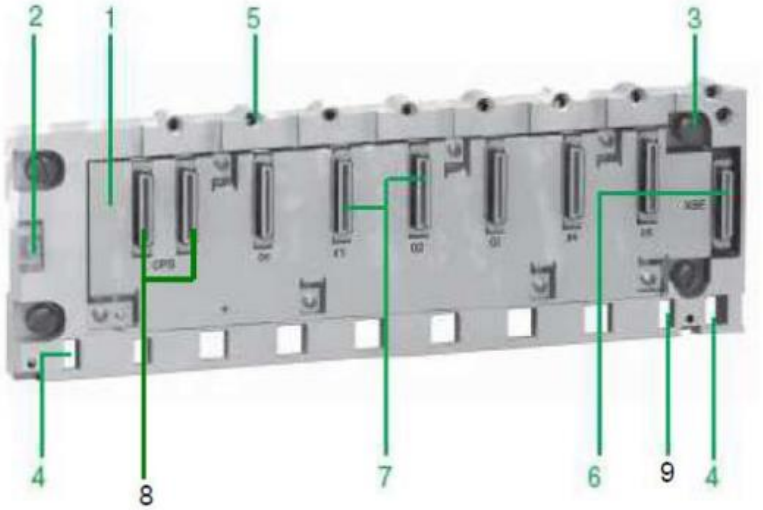


Рис. 3.2. Шасі Modicon M340

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 XBE); 7- роз'єми для процесорного модуля, модулів вводу/виводу, комунікаційних модулів та модулів спеціального призначення; 8- роз'єми для модуля живлення (маркований як CPS); 9- отвори для установочних штирів модулів.

Процесорні модулі

Процесорні модулі M340 відрізняються функціональними можливостями, швидкістю обробки інструкцій, кількістю входів/виходів, які може обробляти контролер, кількістю спеціальних каналів, об'ємом доступної оперативної пам'яті та вбудованими в модуль ЦПУ комунікаційними засобами.

У кожному процесорному модулі M340 є вбудований USB інтерфейс(рис.1.5,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.

У спеціальному слоті 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.

Рис. 3.3. Види процесорних модулів Modicon M340

1-гвинт для закріплення модуля на шасі; 2-блок індикації; 3-рознім USB mini B для підключення терміналу програмування, або засобів SCADA/HMI; 4-відсік для карти пам'яті; 5- рознім RJ45 для підключення кабелю послідовного інтерфейсу RS-485 та RS-232C, по Modbus RTU/ASCII або символьного режиму (маркування чорним кольором); 6-рознім для підключення кабелю Ethernet TCP/IP 10BASE-T/100BASE-TX (маркування зеленим кольором).

Кожний процесорний модуль може вміщувати один або два вбудовані комунікаційні канали з комбінації: 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 термінала 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. 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 1.2 наведені основні технічні характеристики дискретних модулів.

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). 1.4.2 Типи модулів. Перелік всіх типів аналогових модулів M340 наведений в таб.1.4. 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.

В програмі Unity Pro XL компонуємо МПК:

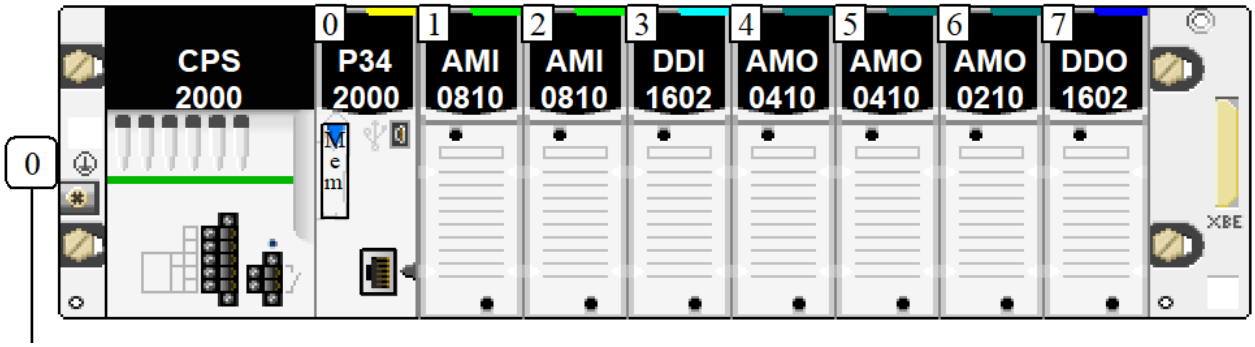


Рис. 3.4. Компонування МПК в програмі Unity Pro XL

Таблиця 4. Конфігурація МПК

Поз.	Назва	Тип	Опис
	BMX CPS 2000	Блок живлення	напруга живлення 100…240 V змінного струму
0	BMX P34 2000	Процесорний модуль	
1	BMX AMI 0810	Модуль аналогових входів	8 – аналогових входів в ізоляції, 0-20 та 4 - 20 мА, -10…+10 В
2	BMX AMI 0810	Модуль аналогових входів	8 – аналогових входів в ізоляції, 0-20 та 4 - 20 мА, -10…+10 В
3	BMX DDI 1602	Модуль дискретних входів	16 – дискретних входів 24В DC.
4	BMX AMO 0410	Модуль аналогових виходів	4 – аналогових виходи 0-20 та 4-20 мА, -10…+10 В.
5	BMX AMO 0410	Модуль аналогових виходів	4 – аналогових виходи 0-20 та 4-20 мА, -10…+10 В.
6	BMX AMO 0210	Модуль аналогових виходів	2 – аналогових виходи 0-20 та 4-20 мА, -10…+10 В.
7	BMX DDO 1602	Модуль дискретних виходів	16 – дискретних виходів 24В DC.

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Принципова електрична схема автоматичного регулювання має такі позначення:

G2 – блок живлення з вихідною напругою 24 VDC.

На принципових електричних схемах автоматичного регулювання використана така нумерація провідників:

– 800-817 – провідники змінного струму;

– 900-901 – провідники постійного струму;

– 200-203 – пневматичні лінії живлення;

– 204-212 – пневматичні лінії регулювання;

– 100-147 – провідники з вимірювальними сигналами та сигналами управління та регулювання;

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання температури в бражній колоні

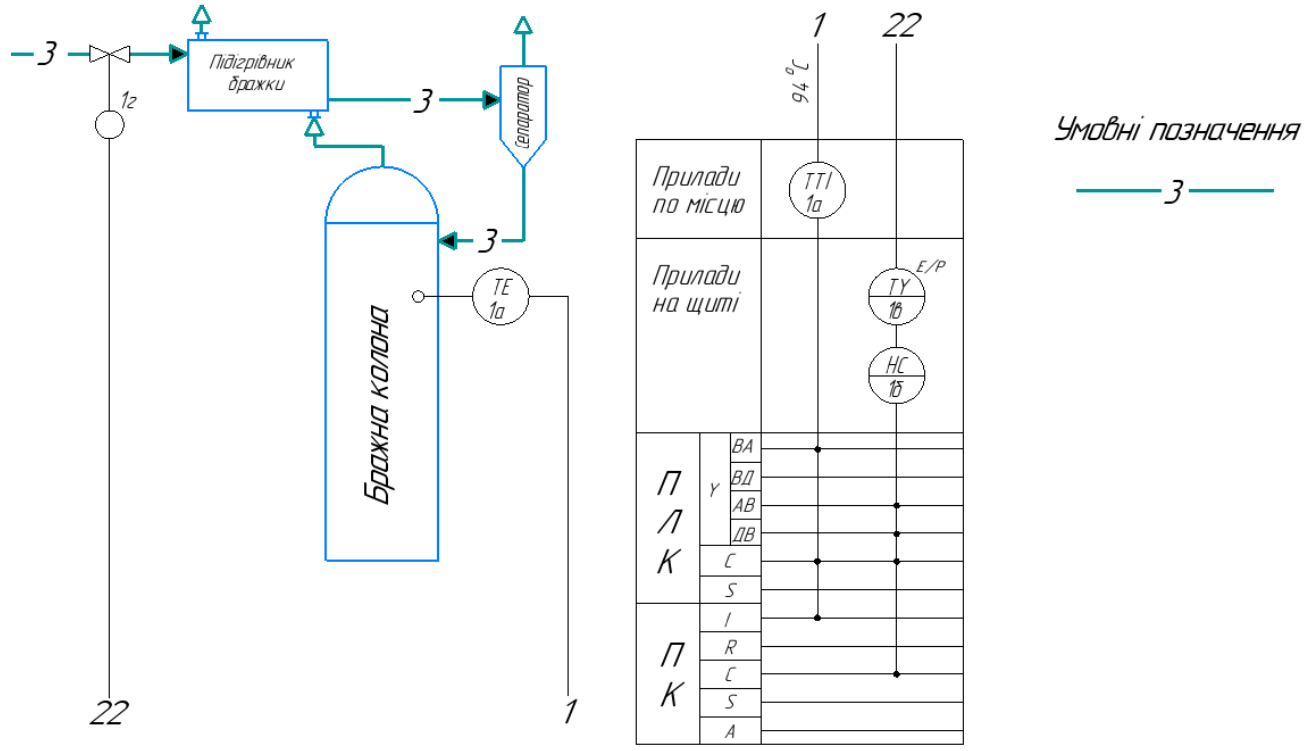


Рис 3.5. Схема автоматизації контуру регулювання температури в бражній колоні

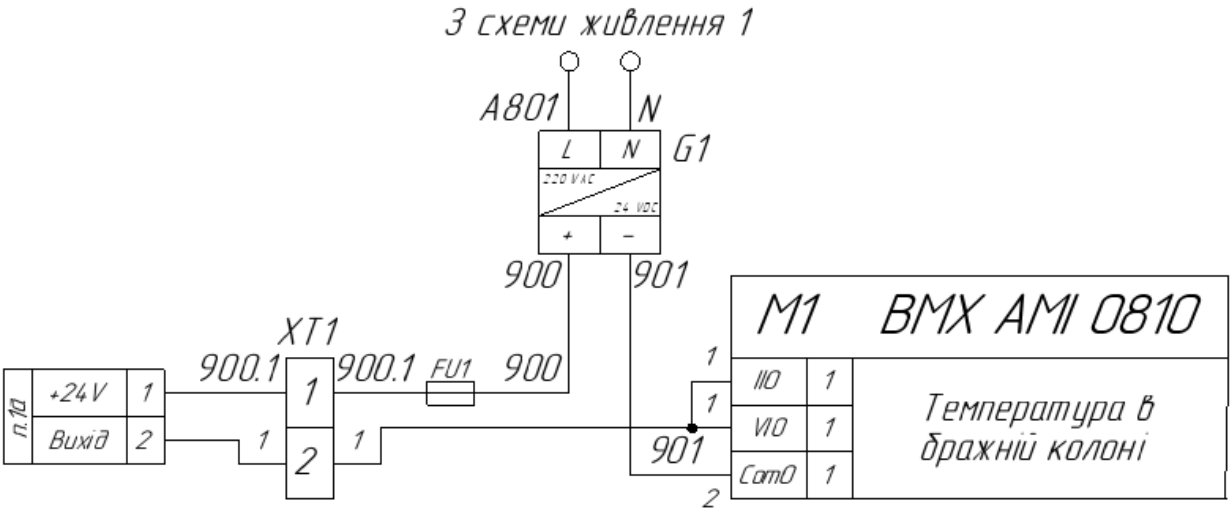


Рис. 3.6. Принципова схема підключення датчика температури до МПК

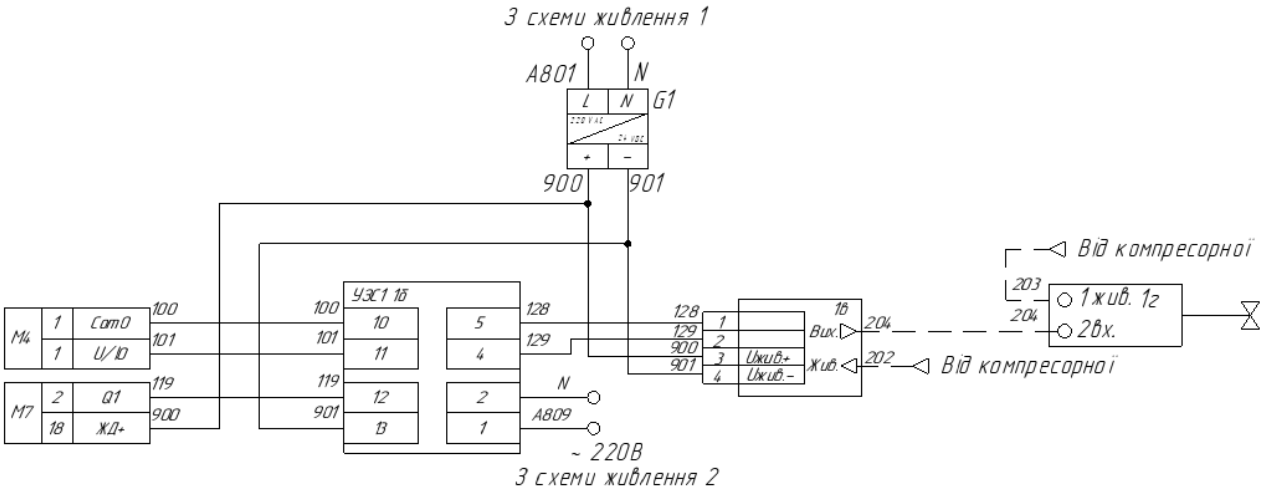


Рис. 3.7. Принципова схема підключення виконавчого механізму до МПК через перемикач керування

Контроль та регулювання температури в бражній колоні, здійснюється за допомогою комплекту термометра опору Sitrans TS500 (1а), уніфікований струмовий сигнал 4-20мА з якого поступає на МПК. Управляючий сигнал з МПК через електропневмоперетворювач PC-28GIA (1б) подається на пневмоклапан Bianca (1в).

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Регулятор потоку MAGFLO складається з датчика витрати типу MAG 1100 або MAG 3100 (DY 6 – 2000 mm) і електронного перетворювача сигналів типу MAG 5000 або MAG 6000, який має два монтажних виконання: компактне і рознесене.

Витратоміри легко налаштовуються за допомогою системи меню з використанням вбудованих клавіатури і дисплея і мають пропорційні витраті вихідні струмовий і частотно-імпульсний сигнали, а також програмований релейний вихід. Регулятор потоку може мати дозувальні функції і спеціальний блок очищення електродів.

Рис. 4.1 SITRANS FM MAG 3100

SITRANS FM MAG 3100 - це електромагнітний датчик потоку з великою різноманітністю футеровок, електродних матеріалів і з заземлюючими електродами в стандартній комплектації, що забезпечує ідеальну сумісність практично з будь-яким потоком.

Діапазон вимірювань в даного витратоміра 0 – 10 м/с, при робочому тиску до 100 бар та температурі від -40 до 180 °С. Даний витратомір можна підібрати для труб широкого діапазону розмірів від 15 до 2000 мм.

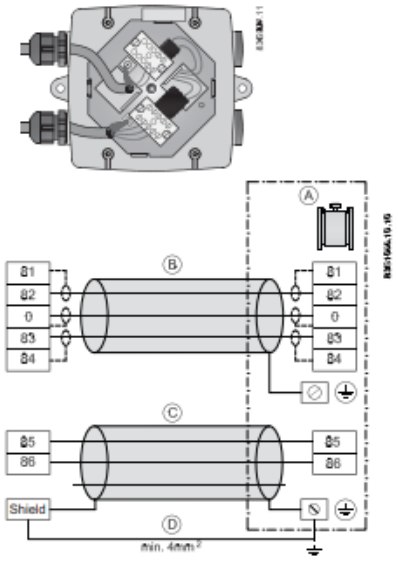
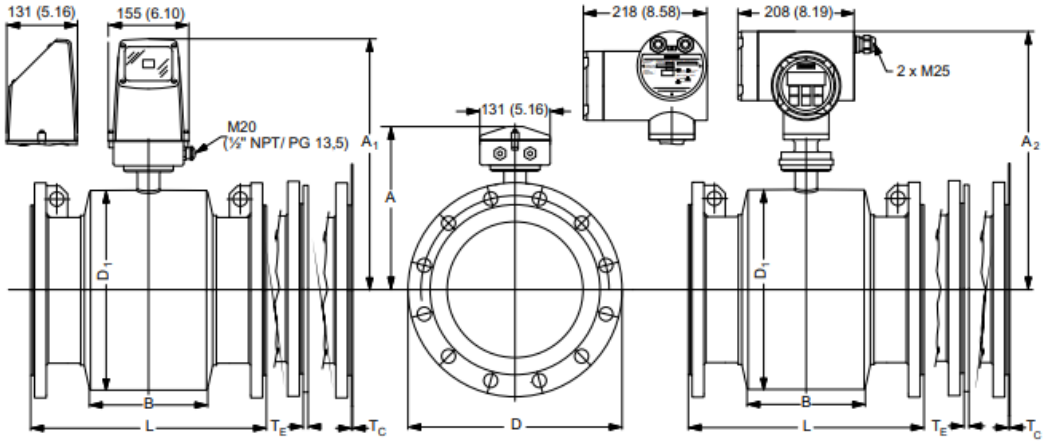


Рис. 4.2 Підключення SITRANS FM MAG 3100



Nominal size		A[1]		A1/A2[5]		B		D1	
mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch
15	½	187	7.4	338	13.4	59	2.4	104	4.1
25	1	187	7.4	338	13.4	59	2.4	104	4.1
40	1½	197	7.8	348	13.7	82	3.3	124	4.9
50	2	205	8.1	356	14.1	72	2.9	139	5.5
65	2½	212	8.3	363	14.3	72	2.9	154	6.1
80	3	222	8.7	373	14.7	72	2.9	174	6.9
100	4	242	9.5	393	15.5	85	3.4	214	8.5
125	5	255	10.0	406	16	85	3.4	239	9.5
150	6	276	10.9	427	16.9	85	5.4	282	11.1
200	8	304	12.0	455	18	137	5.4	338	13.4
250	10	332	13.1	483	19.1	157	6.2	393	15.5
300	12	357	14.1	508	20.0	157	6.2	444	17.5

Рис. 4.3 Можливі конфігурації датчика за розміром трубопроводу

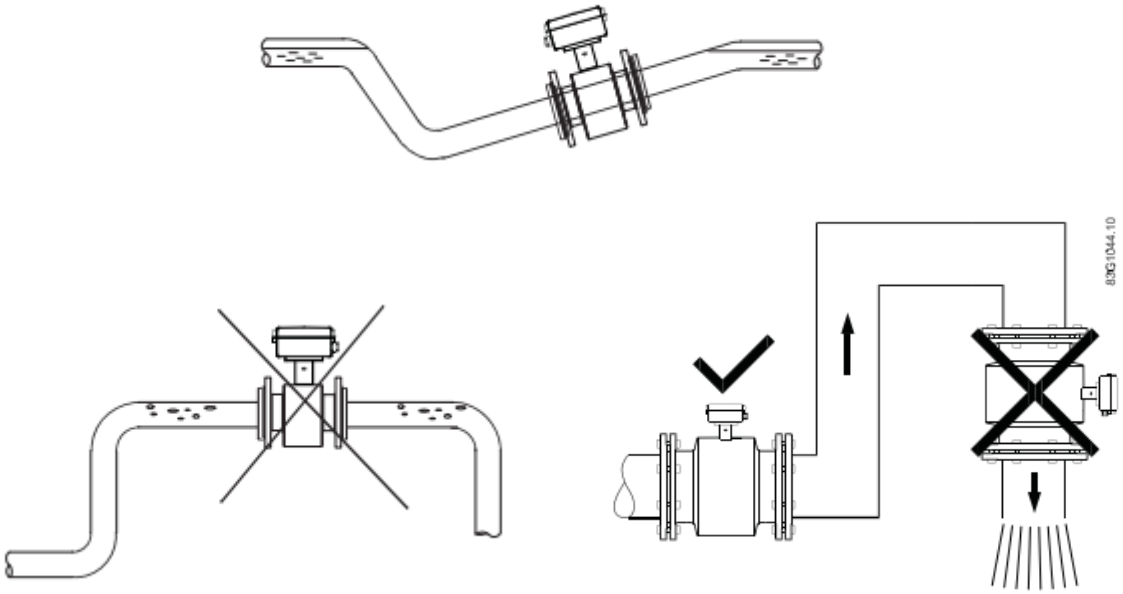


Рис. 4.4 Можливі варіанти підключення

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

Процес виробництва спирту в брагоректифікаційній установці:

1. При запуску ПЛК запускається «Початковий запуск» в якому всі клапани закриваються.

2. З ПЛК відбувається запуск брагоректифікаційної установки. В режимі трекінгу відкриваються клапани подачі пари на 100%, також відкриваються клапани подачі сировини та води на 10%.

3. Після нагрівання бражної колони на 104°С вмикається автоматичний режим регулювання та вимикається трекінг в ПІ регуляторах подачі води, бражки та пари, після цього температура повинна підтримуватись на заданому значені 94°С.

4. Після нагрівання бражної колони на 87°С вмикається автоматичний режим регулювання та вимикається трекінг в ПІ регуляторах подачі води, бражного дистиляту та пари, після цього температура повинна підтримуватись на заданому значені 77°С.

5. Після нагрівання бражної колони на 106°С вмикається автоматичний режим регулювання та вимикається трекінг в ПІ регуляторах подачі води, епюрату та пари, після цього температура повинна підтримуватись на заданому значені 96°С.

Адреси входів-виходів на МПК М340

Таблиця 5. адреси входів-виходів

Вхідні сигнали			
Джерело сигналу	Позначення на СА		Адреса
Температура в бражній колоні	TE_brajka	BA01	%IW0.1.0
Температура води після конденсатора	TE_voda_brajka	BA02	%IW0.1.1
Температура води після дефлегматора	TE_voda_epurat	BA03	%IW0.1.2
Температура води після дефлегматора	TE_voda_rect	BA04	%IW0.1.3
Температура на на контрольній тарілц	TE_control	BA05	%IW0.1.4
Температура в ЕК	TE_epurat	BA06	%IW0.1.5
Температура в РК	TE_rect	BA07	%IW0.1.6
Тиск в бражній колоні	PE_brajka	BA08	%IW0.1.7
Тиск в епюраційній колон	PE_epurat	BA09	%IW0.2.0
Тиск в ректифікаційній колоні	PE_rect	BA10	%IW0.2.1
Витрата бражки	FE_brajka	BA11	%IW0.2.2
Витрата готового ректифікованого спирту	FE_rect	BA12	%IW0.2.3
Міцність баржного дистиляту	QE_brajka	BA13	%IW0.2.4
Міцність епюрату	QE_epurat	BA14	%IW0.2.5
Міцність ректифікованого спирту	QE_rect	BA15	%IW0.2.6
Рівень в епюраційній колоні	LE_epurat	ВД01	%I0.3.0
Вихідні сигнали			
Бражка	KL_1v	ДВ01	%QW0.4.0
Епюрат	KL_11v	ДВ01	%QW0.4.1
Холодна вода	KL_3v	ДВ01	%QW0.4.2
Бражний дистилят	KL_10v	ДВ01	%QW0.4.3
Холодна вода	KL_5v	ДВ01	%QW0.5.0
Холодна вода	KL_7v	ДВ01	%QW0.5.1
Пара	KL_4v	ДВ01	%QW0.5.2
Пара	KL_2v	ДВ01	%QW0.5.3
Холодна вода	KL_6v	ДВ01	%QW0.6.0
Сигналізація рівня в ректифікаційній колоні	LE_Alarm	ДВ01	%Q0.7.0
Вибір режиму керування клапаном	KL_avt_1v	ДВ02	%Q0.7.1

Вибір режиму керування клапаном	KL_avt_11v	ДВ03	%Q0.7.2
Вибір режиму керування клапаном	KL_avt_3v	ДВ04	%Q0.7.3
Вибір режиму керування клапаном	KL_avt_10v	ДВ05	%Q0.7.4
Вибір режиму керування клапаном	KL_avt_5v	ДВ06	%Q0.7.5
Вибір режиму керування клапаном	KL_avt_7v	ДВ07	%Q0.7.6
Вибір режиму керування клапаном	KL_avt_4v	ДВ08	%Q0.7.7
Вибір режиму керування клапаном	KL_avt_2v	ДВ09	%Q0.7.8
Вибір режиму керування клапаном	KL_avt_6v	ДВ010	%Q0.7.9

Конфігурація модулів

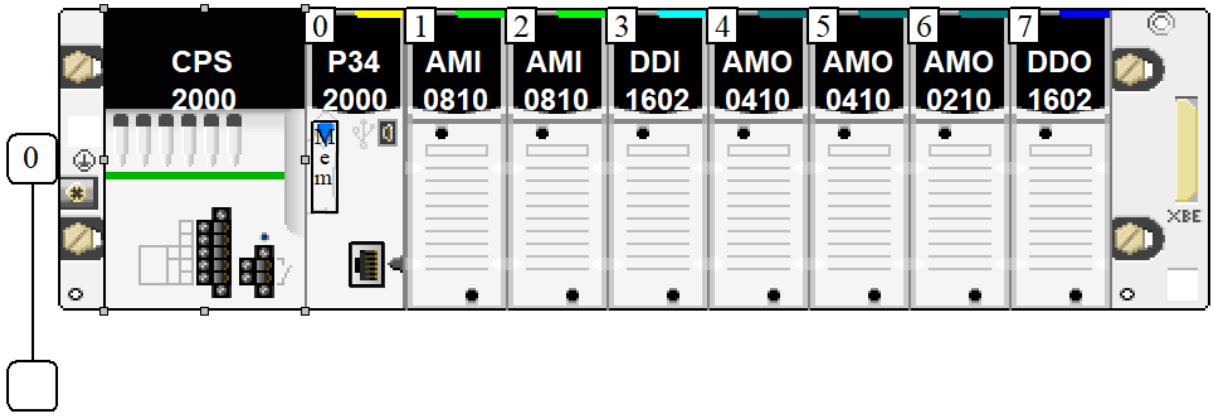


Рис. 5.1. Конфігурація МПК

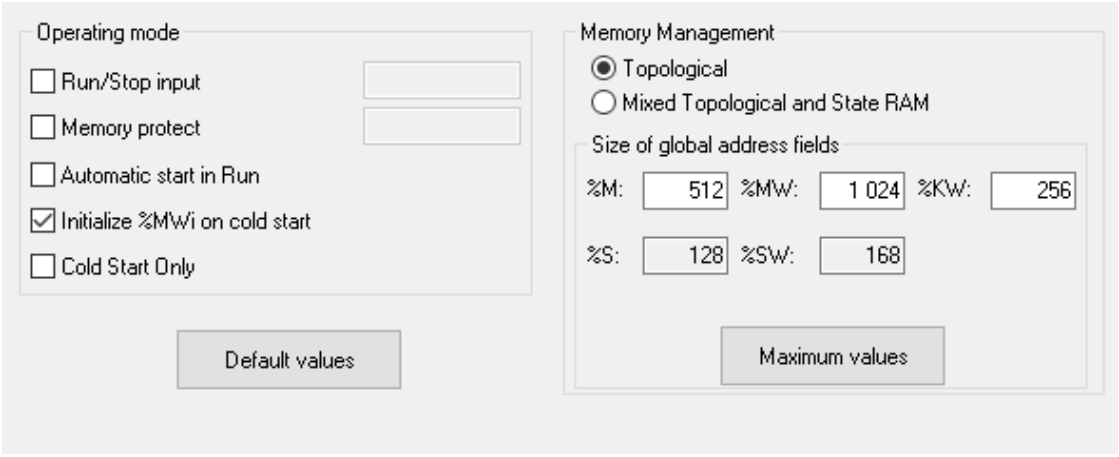


Рис. 5.2. Конфігурація процесорного модуля P34 2000

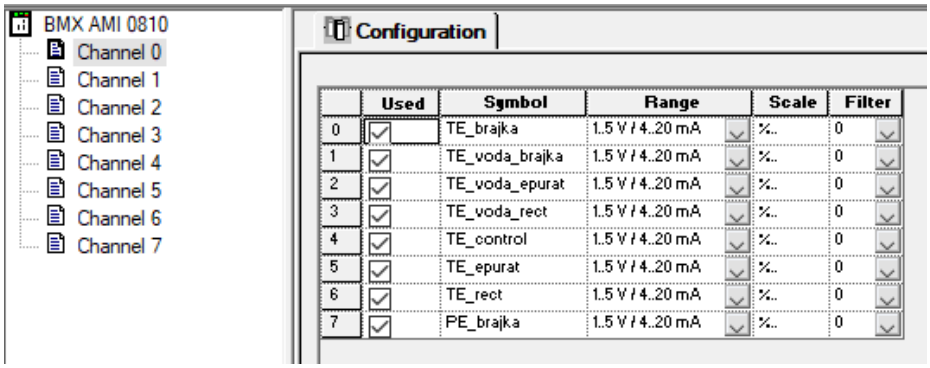


Рис. 5.3. Конфігурація модуля аналогових входів BMX AMI 0810

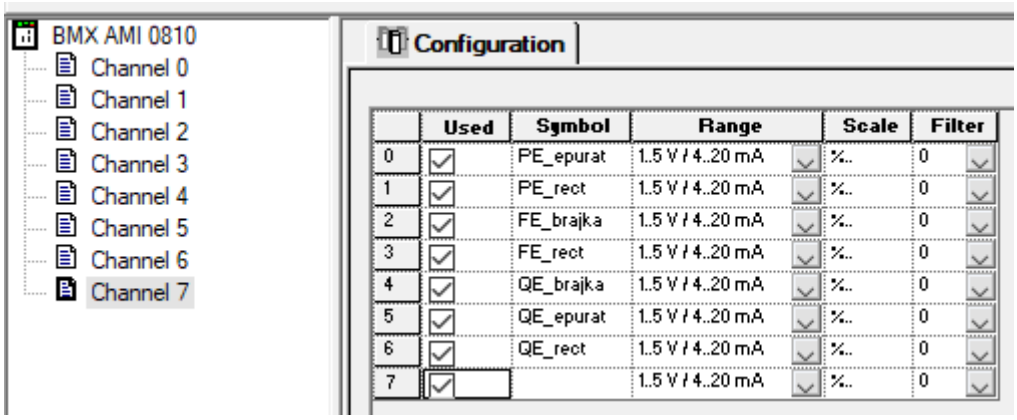


Рис. 5.4. Конфігурація модуля аналогових входів BMX AMI 0810

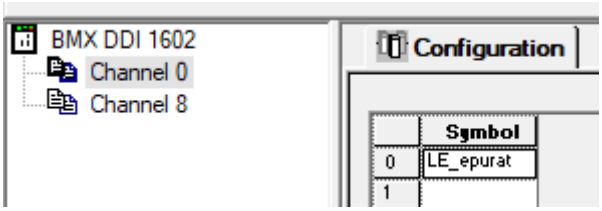


Рис. 5.5. Конфігурація модуля дискретних входів BMX DDI 1602

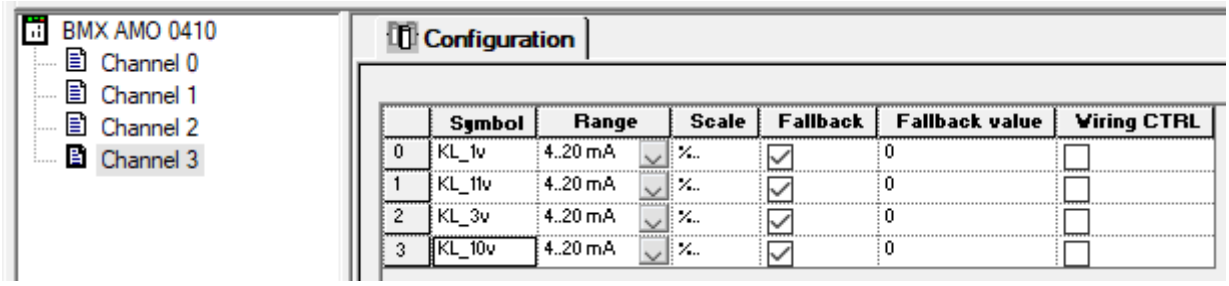


Рис. 5.6. Конфігурація модуля аналогових виходів BMX AMO 0410

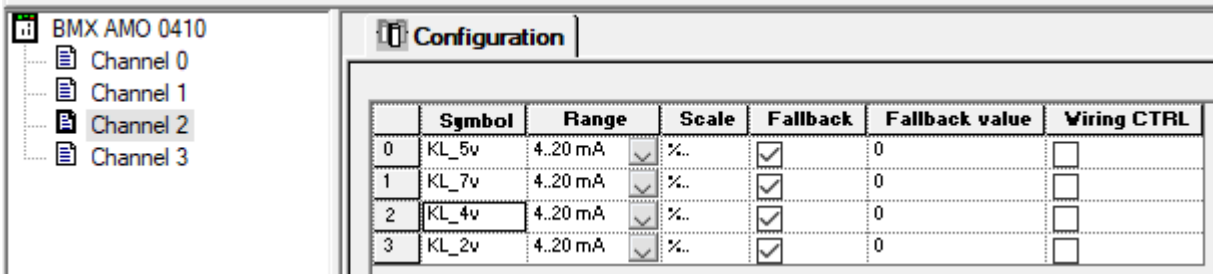


Рис. 5.7. Конфігурація модуля аналогових виходів BMX AMO 0410

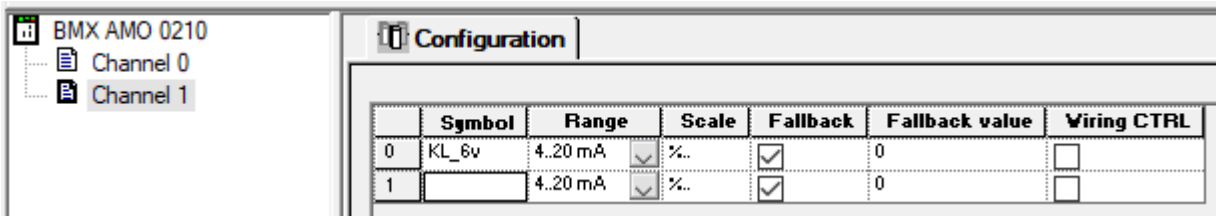


Рис. 5.8. Конфігурація модуля аналогових виходів BMX AMO 0210

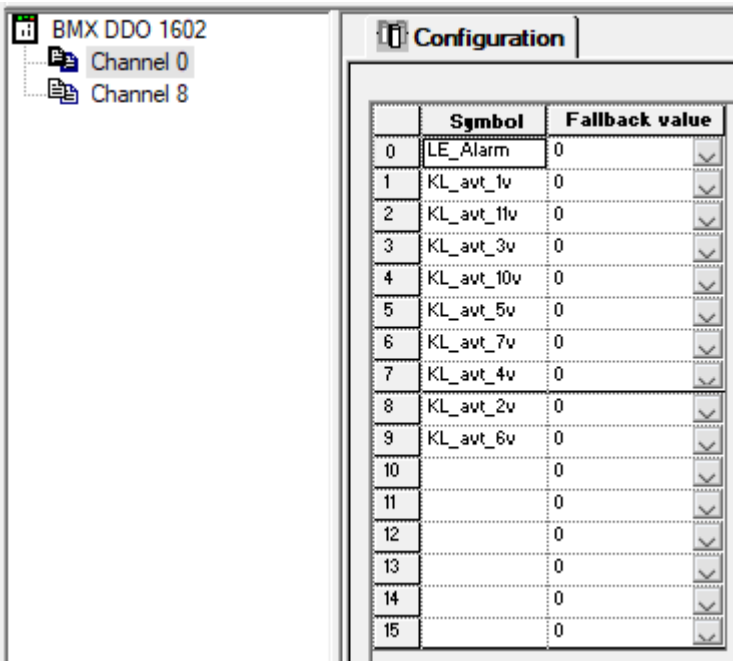


Рис. 5.9. Конфігурація модуля дискретних виходів BMX AMO 0210

Розроблення прикладного програмного забезпечення для реалізації алгоритму керування

Розроблення програми користувача для МПК M340

Програма складається з секцій :

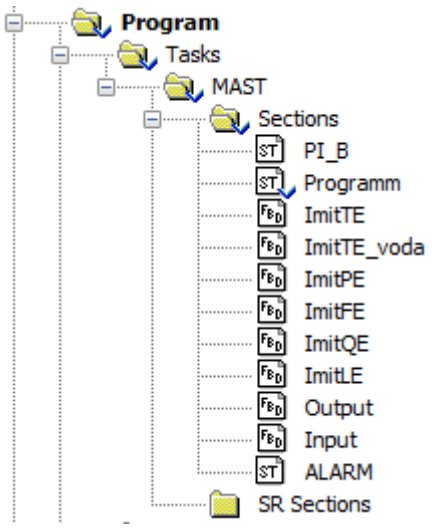


Рис. 5.10. Секції програми

Опис секцій:

Секція «PI_B»

В секції PI_B записані налаштування ПІ регулятора.

```
SAMPLETM_0 (t#100ms);
PI_B_1v (EN := SAMPLETM_0.Q,
         PV := TE_brajka_R,
         SP := TE_brajka_SP,
         MAN_AUTO := KL_manauto_1v,
         PARA := Para_1v,
         TR_I := TR_I_1v,
         TR_S := TR_S_1v,
         OUT := KL_1v_R);

PI_B_2v (EN := SAMPLETM_0.Q,
         PV := PE_brajka_R,
         SP := PE_brajka_SP,
         MAN_AUTO := KL_manauto_2v,
         PARA := Para_2v,
         TR_I := TR_I_2v,
         TR_S := TR_S_2v,
         OUT := KL_2v_R);

PI_B_3v (EN := SAMPLETM_0.Q,
         PV := TE_voda_brajka_R,
         SP := TE_voda_brajka_SP,
         MAN_AUTO := KL_manauto_3v,
         PARA := Para_3v,
         TR_I := TR_I_3v,
         TR_S := TR_S_3v,
         OUT := KL_3v_R);

PI_B_4v (EN := SAMPLETM_0.Q,
         PV := PE_epurat_R,
         SP := PE_epurat_SP,
         MAN_AUTO := KL_manauto_4v,
         PARA := Para_4v,
         TR_I := TR_I_4v,
         TR_S := TR_S_4v,
         OUT := KL_4v_R);

PI_B_5v (EN := SAMPLETM_0.Q,
         PV := TE_voda_epurat_R,
         SP := TE_voda_epurat_SP,
         MAN_AUTO := KL_manauto_5v,
         PARA := Para_5v,
         TR_I := TR_I_5v,
         TR_S := TR_S_5v,
         OUT := KL_5v_R);
```

```
PI_B_6v (EN := SAMPLETM_0.Q,
         PV := PE_rect_R,
         SP := PE_rect_SP,
         MAN_AUTO := KL_manauto_6v,
         PARA := Para_6v,
         TR_I := TR_I_6v,
         TR_S := TR_S_6v,
         OUT := KL_6v_R);

PI_B_7v (EN := SAMPLETM_0.Q,
         PV := TE_voda_rect_R,
         SP := TE_voda_rect_SP,
         MAN_AUTO := KL_manauto_7v,
         PARA := Para_7v,
         TR_I := TR_I_7v,
         TR_S := TR_S_7v,
         OUT := KL_7v_R);

PI_B_10v (EN := SAMPLETM_0.Q,
         PV := TE_epurat_R,
         SP := TE_epurat_SP,
         MAN_AUTO := KL_manauto_10v,
         PARA := Para_10v,
         TR_I := TR_I_10v,
         TR_S := TR_S_10v,
         OUT := KL_10v_R);

PI_B_11v (EN := SAMPLETM_0.Q,
         PV := TE_rect_R,
         SP := TE_rect_SP,
         MAN_AUTO := KL_manauto_11v,
         PARA := Para_11v,
         TR_I := TR_I_11v,
         TR_S := TR_S_11v,
         OUT := KL_11v_R);
```

Рис. 5.11. Програма секція «PI_B»

Секція «Programm»

Секція «Programm» це загальна програма, в якій відбувається вихід на задані значення та підтримання їх на заданому значені.

```
(*Початковий запуск*)
If StepProg = 0 and Danger = 0 then
  TR_S_1v := 1;
  TR_S_2v := 1;
  TR_S_3v := 1;
  TR_S_4v := 1;
  TR_S_5v := 1;
  TR_S_6v := 1;
  TR_S_7v := 1;
  TR_S_10v := 1;
  TR_S_11v := 1;
  TR_I_1v := 0.0;
  TR_I_2v := 0.0;
  TR_I_3v := 0.0;
  TR_I_4v := 0.0;
  TR_I_5v := 0.0;
  TR_I_6v := 0.0;
  TR_I_7v := 0.0;
  TR_I_10v := 0.0;
  TR_I_11v := 0.0;
  StepProg := 10;
  KL_manauto_1v := 1;
  KL_manauto_2v := 1;
  KL_manauto_3v := 1;
  KL_manauto_4v := 1;
  KL_manauto_5v := 1;
  KL_manauto_6v := 1;
  KL_manauto_7v := 1;
  KL_manauto_10v := 1;
  KL_manauto_11v := 1;
End_if;

(*Нагрів колон до робочої температури*)
If Pusk = 1 and StepProg = 10 then
  TR_I_1v := 10.0;
  TR_I_2v := 100.0;
  TR_I_3v := 10.0;
  TR_I_4v := 100.0;
  TR_I_5v := 10.0;
  TR_I_6v := 100.0;
  TR_I_7v := 10.0;
  TR_I_10v := 10.0;
  TR_I_11v := 10.0;
```

Рис. 5.12. Програма секції «Programm»

```
(*Вихід в робочий стан колон*)
If TE_brajka_R >= 104.0 then
   TR_S_1v := 0;
   TR_S_2v := 0;
   TR_S_3v := 0;
End_if;

If TE_epurat_R >= 87.0 then
   TR_S_10v := 0;
   TR_S_5v := 0;
   TR_S_4v := 0;
End_if;

IF TE_rect_R >= 106.0 then
   TR_S_11v := 0;
   TR_S_7v := 0;
   TR_S_6v := 0;
End_if;

End_if;

If Stop = 1 then
   Pusk := 0;
End_if;

If Pusk = 1 then
   Stop := 0;
End_if;
(*Зупинення БРУ без небезпеки*)
If Stepprog = 10 and Stop = 1 and Danger = 0 then
  Stepprog := 0;
End_if;
(*Зупинення БРУ з виявленою небезпекою*)
If Stepprog = 10 and Stop = 1 and Danger = 1 then
  Stepprog := 20;
End_if;
```

```
(*Аварійний режим роботи БРУ з подальшою зупинкою*)
If Stepprog = 20 then
   TR_S_1v := 1;
   TR_S_2v := 1;
   TR_S_3v := 1;
   TR_S_4v := 1;
   TR_S_5v := 1;
   TR_S_6v := 1;
   TR_S_7v := 1;
   TR_S_10v := 1;
   TR_S_11v := 1;
   TR_I_1v := 0.0;
   TR_I_2v := 0.0;
   TR_I_3v := 0.0;
   TR_I_4v := 0.0;
   TR_I_5v := 0.0;
   TR_I_6v := 0.0;
   TR_I_7v := 0.0;
   TR_I_10v := 0.0;
   TR_I_11v := 0.0;
   StepProg := 0;
End_if;
```

Рис. 5.13. Програма секції «Programm»

Секція «ImitTE»

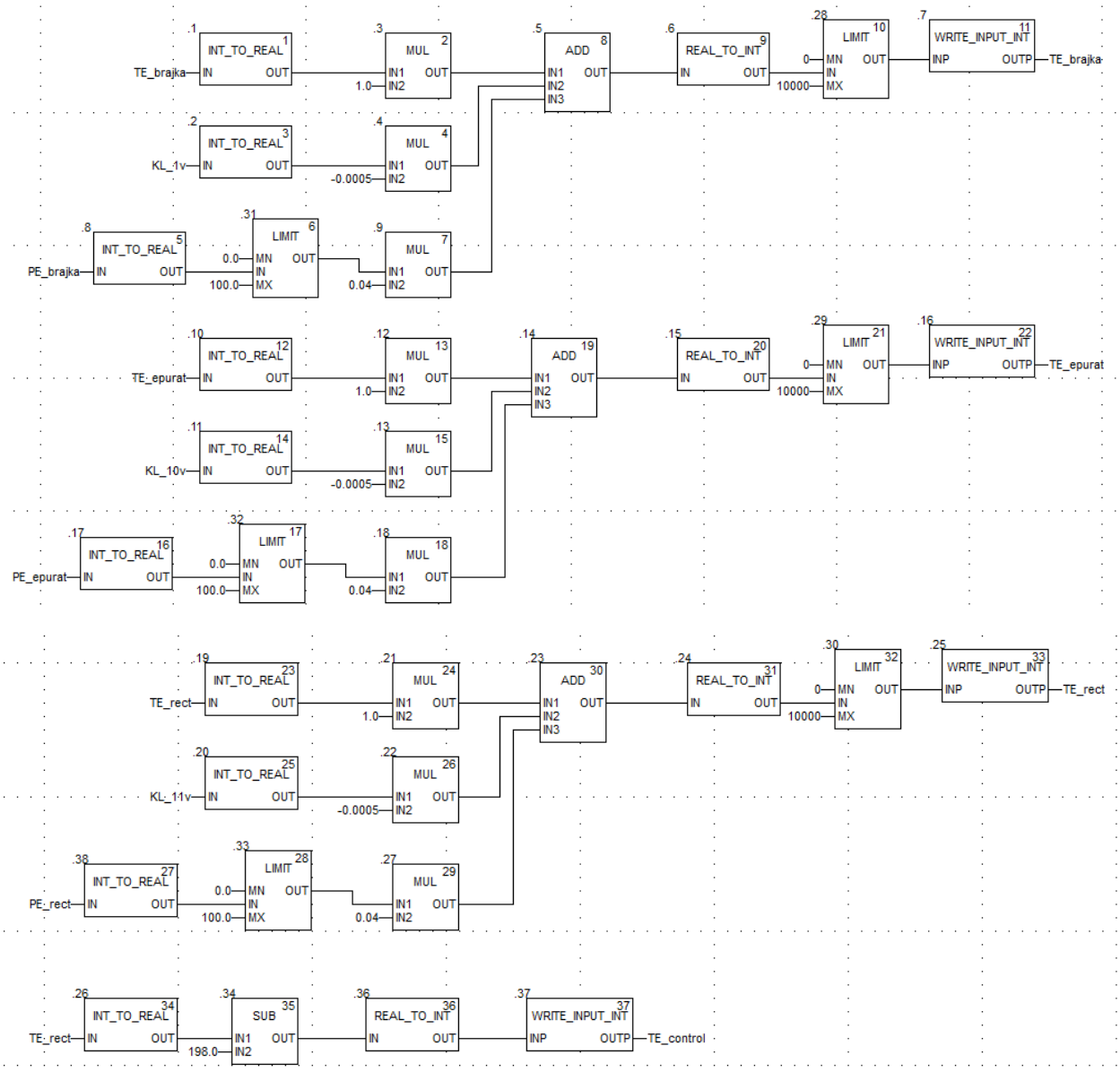


Рис. 5.14. Програма секції «ImitTE»

Секція «ImitTE_voda»

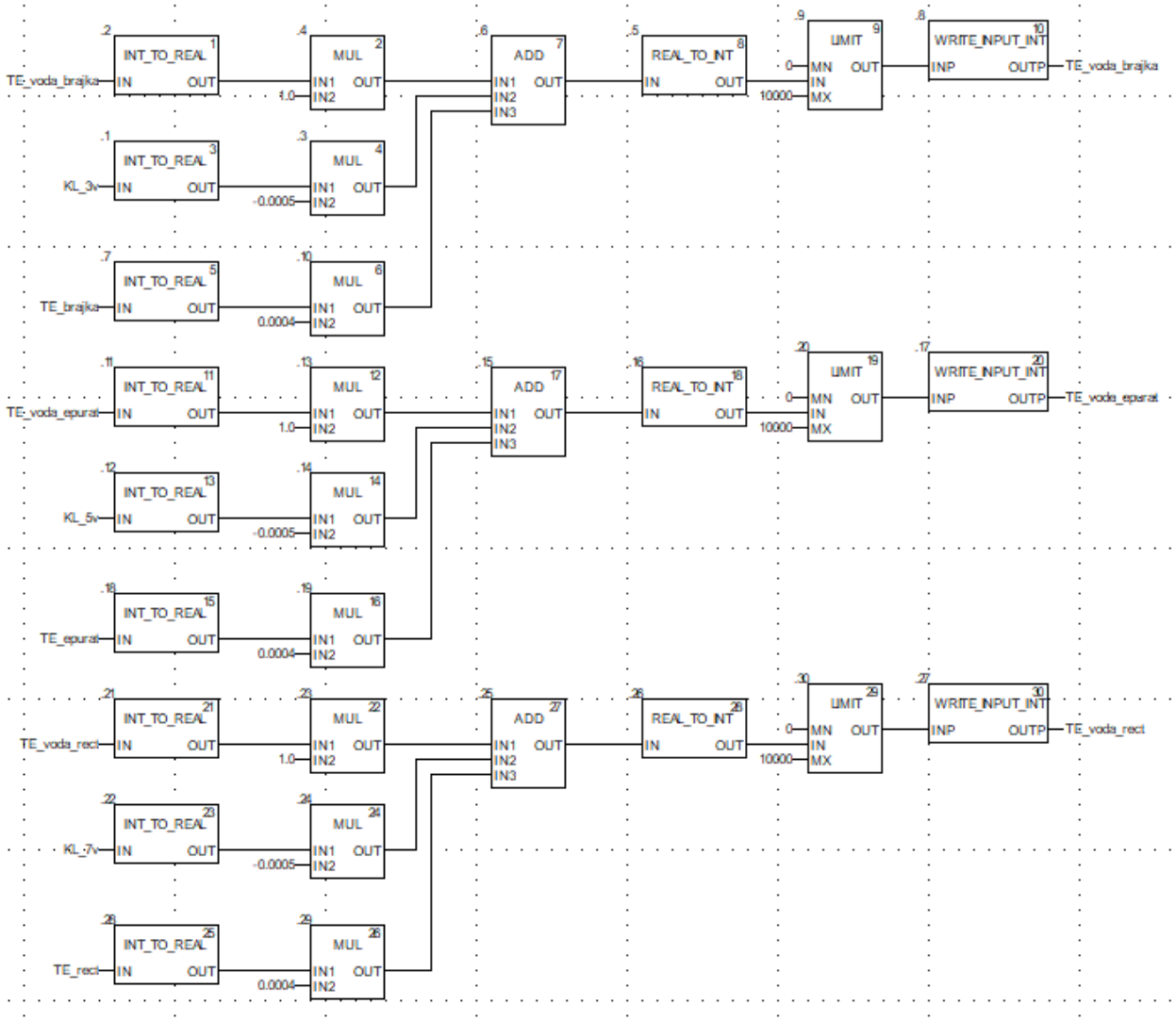


Рис. 5.15. Програма секції «ImitTE_voda»

Секція «ImitPE»

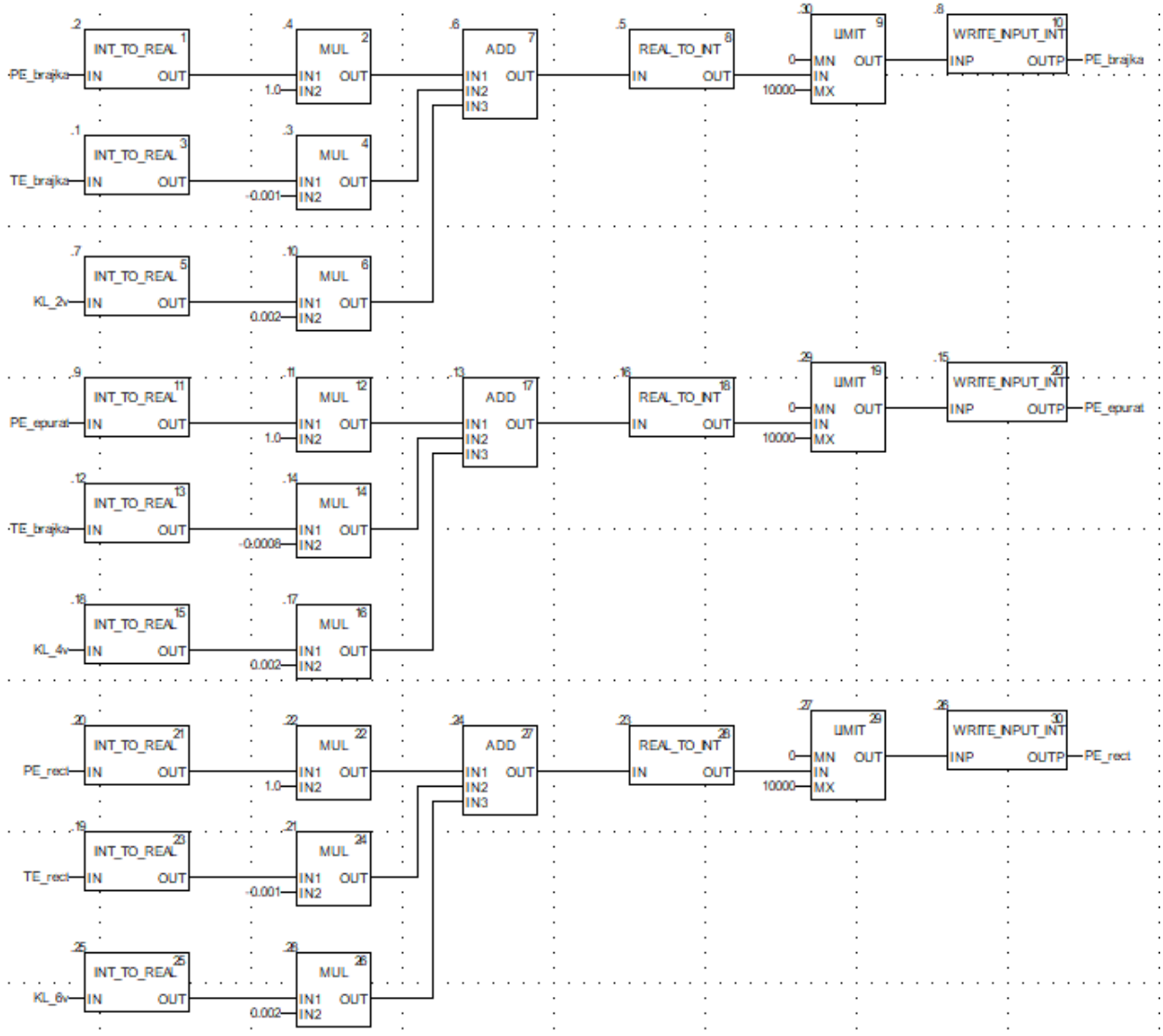


Рис. 5.16. Програма секції «ImitPE»

Секція «ImitFE»

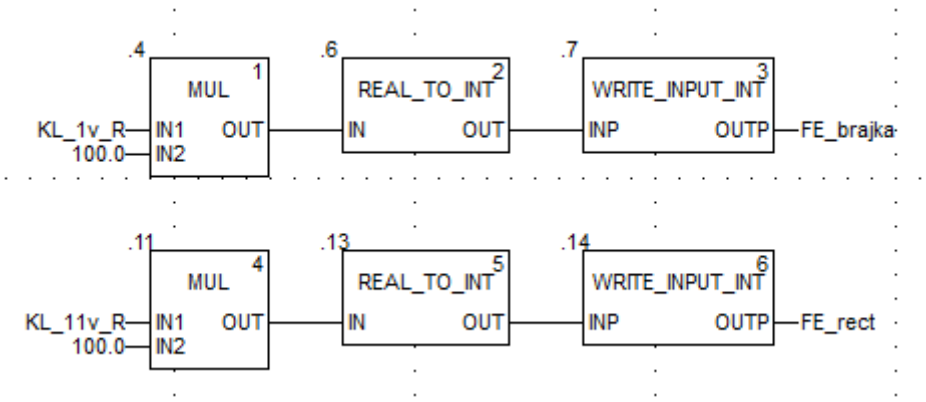


Рис. 5.17. Програма секції «ImitFE»

Секція «ImitQE»

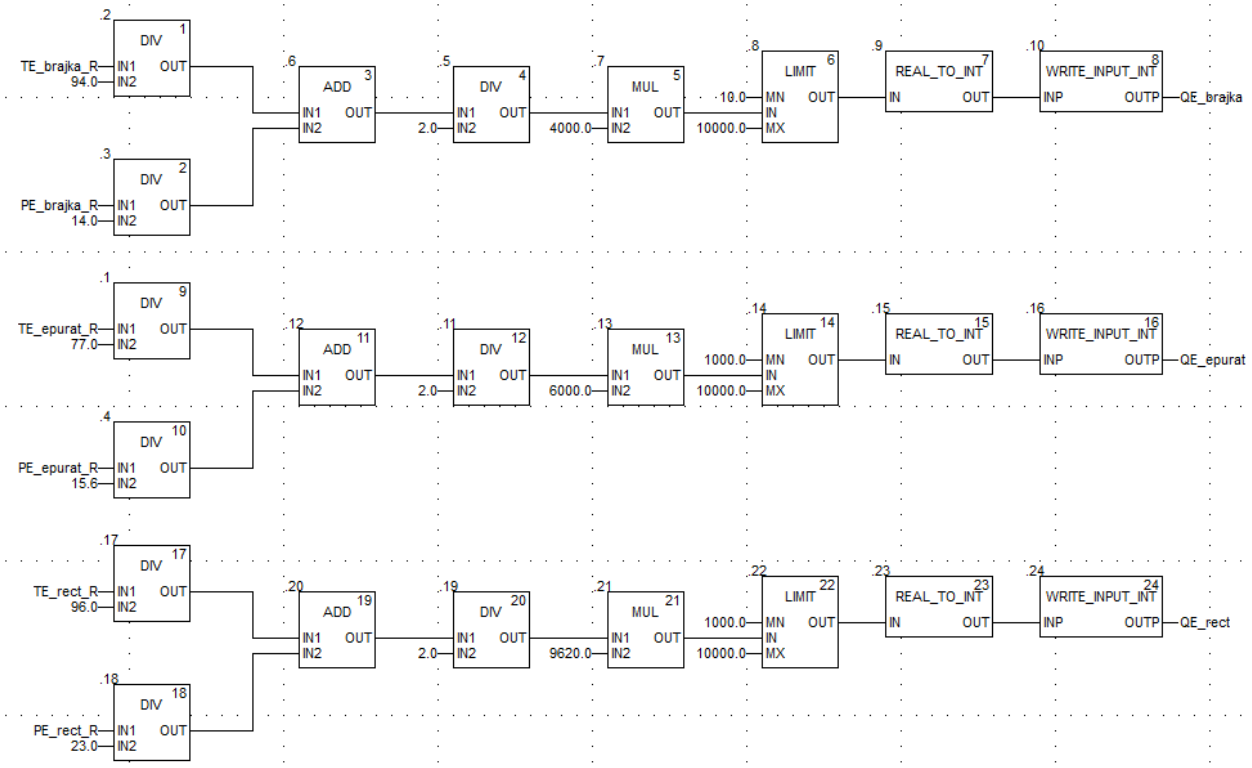


Рис. 5.18. Програма секції «ImitQE»

Секція «ImitLE»

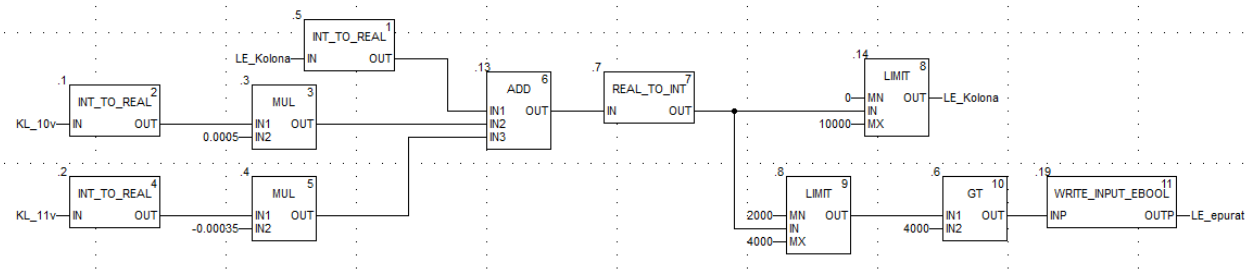


Рис. 5.19. Програма секції «ImitLE»

Секція «Output»

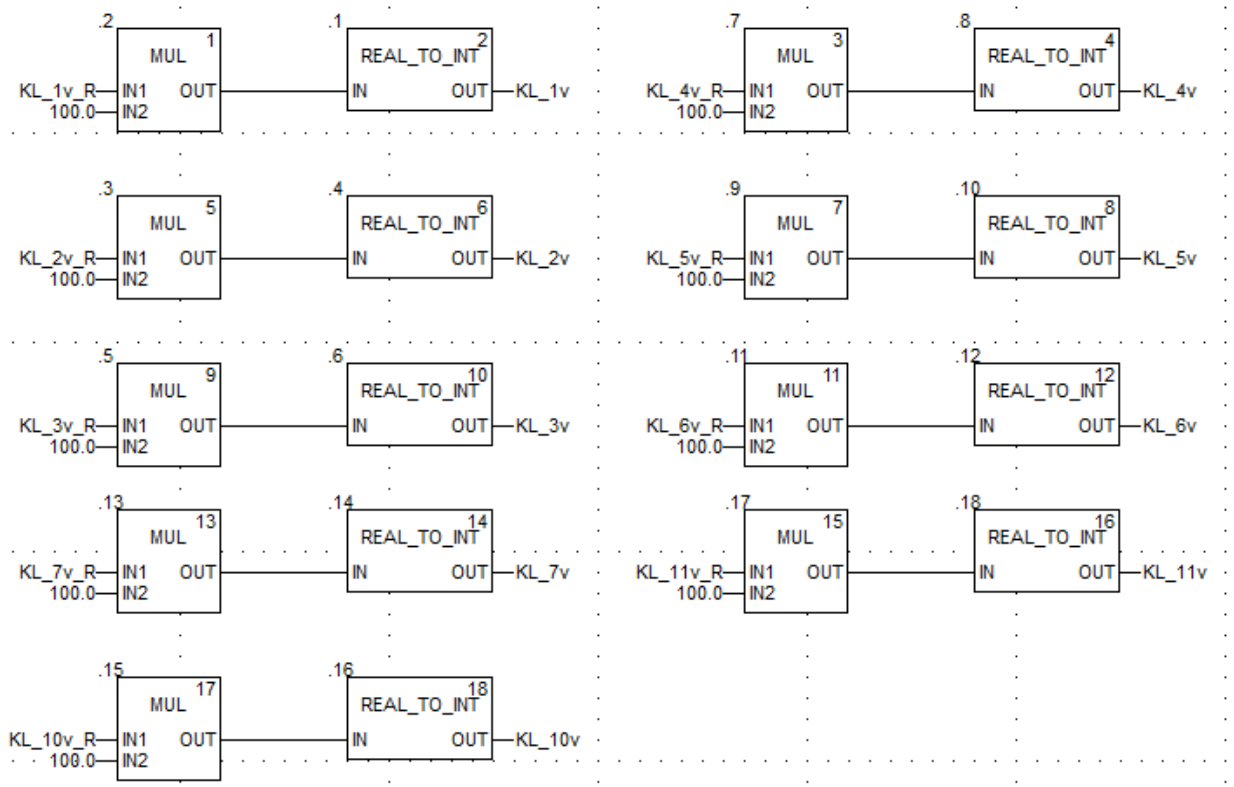


Рис. 5.20. Програма секції «Output»

Секція «Input»

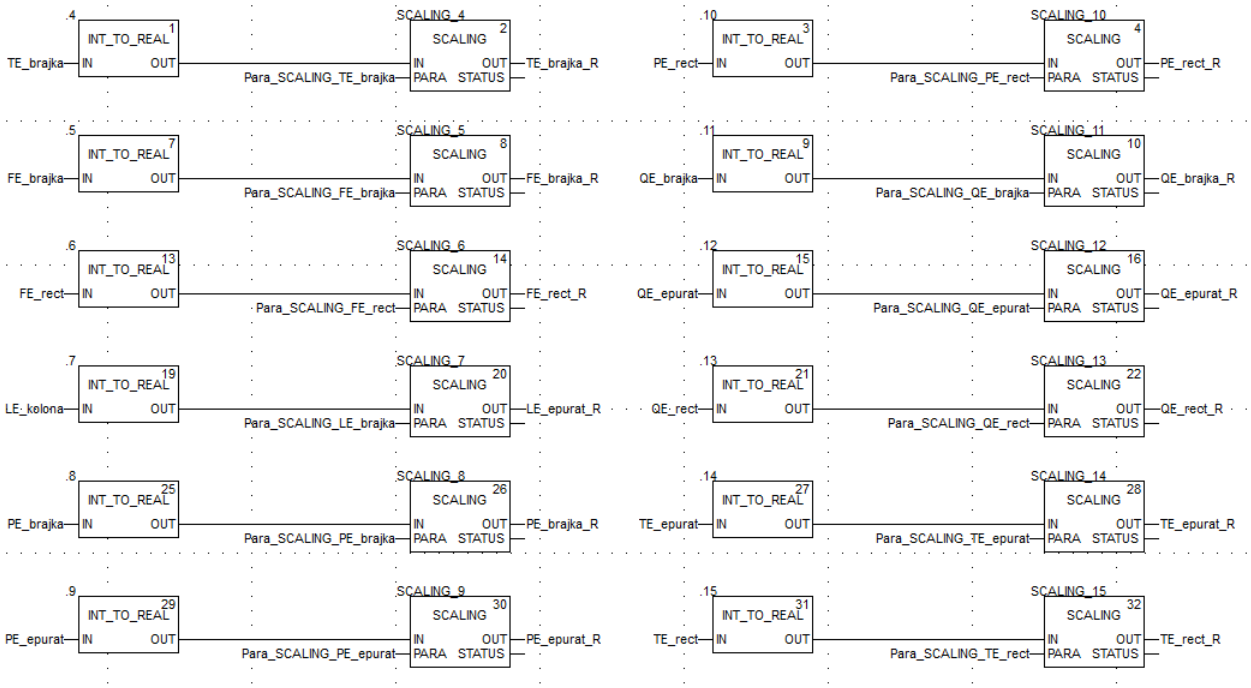


Рис. 5.21. Програма секції «Input»

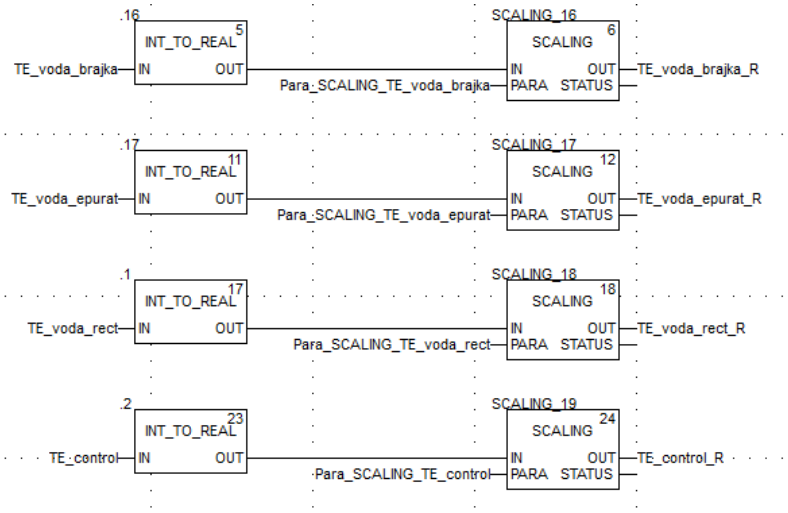


Рис. 5.22. Програма секції «Input»

Секція «ALARM»

```
if LE_epurat = 1 then
   LE_alarm :=1;
   Danger := 1;
End_if;

If LE_epurat = 0 then
   LE_alarm := 0;
   Danger := 0;
End_if;
```

Рис. 5.23. Програма секції «ALARM»

В програмі використані такі символьні позначення:

Name	Type	Comment	Address
Danger	INT		
FE_brajka	INT	Витрата бражки	%IW0.2.2
FE_brajka_R	REAL	Витрата бражки	%MW100
FE_rect	INT	Витрата ректифікату	%IW0.2.3
FE_rect_R	REAL	Витрата ректифікату	%MW104
KL_1v	INT	Клапан	%QW0.4.0
KL_1v_R	REAL	Клапан	%MW102
KL_2v	INT	Клапан	%QW0.5.3
KL_2v_R	REAL	Клапан	%MW106
KL_3v	INT	Клапан	%QW0.4.2
KL_3v_R	REAL	Клапан	%MW108
KL_4v	INT	Клапан	%QW0.5.2
KL_4v_R	REAL	Клапан	%MW110
KL_5v	INT	Клапан	%QW0.5.0
KL_5v_R	REAL	Клапан	%MW112
KL_6v	INT	Клапан	%QW0.6.0
KL_6v_R	REAL	Клапан	%MW114
KL_7v	INT	Клапан	%QW0.5.1
KL_7v_R	REAL	Клапан	%MW116
KL_10v	INT	Клапан	%QW0.4.3
KL_10v_R	REAL	Клапан	%MW118
KL_11v	INT	Клапан	%QW0.4.1
KL_11v_R	REAL	Клапан	%MW120
KL_avt_1v	EBOOL	Переключення клапана в ручний режим	%Q0.7.1
KL_avt_2v	EBOOL	Переключення клапана в ручний режим	%Q0.7.8
KL_avt_3v	EBOOL	Переключення клапана в ручний режим	%Q0.7.3
KL_avt_4v	EBOOL	Переключення клапана в ручний режим	%Q0.7.7
KL_avt_5v	EBOOL	Переключення клапана в ручний режим	%Q0.7.5
KL_avt_6v	EBOOL	Переключення клапана в ручний режим	%Q0.7.9
KL_avt_7v	EBOOL	Переключення клапана в ручний режим	%Q0.7.6
KL_avt_10v	EBOOL	Переключення клапана в ручний режим	%Q0.7.4
KL_avt_11v	EBOOL	Переключення клапана в ручний режим	%Q0.7.2
KL_manauto_1v	BOOL	Переключення ручного в автоматичний	%MW148
KL_manauto_2v	BOOL	Переключення ручного в автоматичний	%MW150
KL_manauto_3v	BOOL	Переключення ручного в автоматичний	%MW152
KL_manauto_4v	BOOL	Переключення ручного в автоматичний	%MW154
KL_manauto_5v	BOOL	Переключення ручного в автоматичний	%MW156
KL_manauto_6v	BOOL	Переключення ручного в автоматичний	%MW158
KL_manauto_7v	BOOL	Переключення ручного в автоматичний	%MW160
KL_manauto_10v	BOOL	Переключення ручного в автоматичний	%MW162
KL_manauto_11v	BOOL	Переключення ручного в автоматичний	%MW164
LE_Alarm	EBOOL		%Q0.7.0
LE_Alarm_S	BOOL		%MW170
LE_epurat	EBOOL	Рівень в епюраційній колоні	%I0.3.0
LE_epurat_R	REAL		
LE_kolona	INT		
PE_brajka	INT	Тиск в бражній колоні	%IW0.1.7

Рис. 5.24. Символьні позначення

Name	Type	\	Comment	/	/	Address
PE_brajka_R	REAL		Тиск в бражній колоні			%MW122
PE_brajka_SP	REAL	1	Задане значення тиску			
PE_epurat	INT		Тиск в епюраційній колоні			%IW0.2.0
PE_epurat_R	REAL		Тиск в епюраційній колоні			%MW124
PE_epurat_SP	REAL	1	Задане значення тиску			
PE_rect	INT		Тиск в ректифікаційній колоні			%IW0.2.1
PE_rect_R	REAL		Тиск в ректифікаційній колоні			%MW126
PE_rect_SP	REAL	2	Задане значення тиску			
Pusk	BOOL					%MW166
QE_brajka	INT		Міцність бражки			%IW0.2.4
QE_brajka_R	REAL		Міцність бражки			%MW128
QE_epurat	INT		Міцність епюрату			%IW0.2.5
QE_epurat_R	REAL		Міцність епюрату			%MW130
QE_rect	INT		Міцність ректифікату			%IW0.2.6
QE_rect_R	REAL		Міцність ректифікату			%MW132
StepProg	INT		Крок програми			
TE_brajka	INT		Температура в бражній колоні в інт			%IW0.1.0
TE_brajka_R	REAL		Температура в бражній колоні			%MW134
TE_brajka_SP	REAL	9	Задане значення температури			
TE_control	INT		Температура на контрольній тарілці			%IW0.1.4
TE_control_R	REAL		Температура на контрольній тарілці			%MW136
TE_epurat	INT		Температура в епюраційній колоні			%IW0.1.5
TE_epurat_R	REAL		Температура в епюраційній колоні			%MW138
TE_epurat_SP	REAL	7	Задане значення температури			
TE_rect	INT		Температура в ректифікаційній колоні			%IW0.1.6
TE_rect_R	REAL		Температура в ректифікаційній колоні			%MW140
TE_rect_SP	REAL	9	Задане значення температури			
TE_voda_brajka	INT		Температура води після конденсатора...			%IW0.1.1
TE_voda_brajka_R	REAL		Температура води після конденсатора			%MW142
TE_voda_brajka_SP	REAL	3	Задане значення температури			
TE_voda_epurat	INT		Температура води після дефлегматора			%IW0.1.2
TE_voda_epurat_R	REAL		Температура води після дефлегматора			%MW144
TE_voda_epurat_SP	REAL	6	Задане значення температури			
TE_voda_rect	INT		Температура води після дефлегматора			%IW0.1.3
TE_voda_rect_R	REAL		Температура води після дефлегматора			%MW146
TE_voda_rect_SP	REAL	5	Задане значення температури			
TR_I_1v	REAL					
TR_I_2v	REAL					
TR_I_3v	REAL					
TR_I_4v	REAL					
TR_I_5v	REAL					
TR_I_6v	REAL					
TR_I_7v	REAL					
TR_I_10v	REAL					
TR_I_11v	REAL					
TR_S_1v	BOOL					
TR_S_2v	BOOL					
TR_S_3v	BOOL					
TR_S_4v	BOOL					
TR_S_5v	BOOL					
TR_S_6v	BOOL					
TR_S_7v	BOOL					
TR_S_10v	BOOL					
TR_S_11v	BOOL					

Рис. 5.25. Символьні позначення

Блоки регуляторів

Name	T...	Value	Comment
Para_1v	Para_PI_B		
id	UINT		Reserved for autotuning
pv_inf	REAL	-50.0	Lower limit of the process value range
pv_sup	REAL	400.0	Upper limit of the process value range
out_inf	REAL	0.0	Lower limit of the output value range
out_sup	REAL	100.0	Upper limit of the output value range
rev_dir	BOOL	1	0: direct action of the PID controller 1: opp...
en_rcpy	BOOL	0	1: the RCPY input is used
kp	REAL	0.5	Proportional contribution (gain)
ti	TIME	t#5s	Integral time
dband	REAL	0.1	Dead zone on deviation
outbias	REAL	50.0	Manual adjustment of static deviation
Para_2v	Para_PI_B		
id	UINT		Reserved for autotuning
pv_inf	REAL	0.0	Lower limit of the process value range
pv_sup	REAL	3200.0	Upper limit of the process value range
out_inf	REAL	0.0	Lower limit of the output value range
out_sup	REAL	100.0	Upper limit of the output value range
rev_dir	BOOL	0	0: direct action of the PID controller 1: opp...
en_rcpy	BOOL	0	1: the RCPY input is used
kp	REAL	0.5	Proportional contribution (gain)
ti	TIME	t#5s	Integral time
dband	REAL	0.1	Dead zone on deviation
outbias	REAL	50.0	Manual adjustment of static deviation
Para_3v	Para_PI_B		
Para_4v	Para_PI_B		
Para_5v	Para_PI_B		
Para_6v	Para_PI_B		
Para_7v	Para_PI_B		
Para_10v	Para_PI_B		
Para_11v	Para_PI_B		

Рис. 5.26. Налаштування регуляторів

Масштабування

Para_SCALING_FE_brajka	Para_SC...		
in_min	REAL	0.0	Lower limit of the input scale
in_max	REAL	10000.0	Upper limit of the input scale
out_min	REAL	0.0	Lower limit of the output scale
out_max	REAL	10.0	Upper limit of the output scale
clip	BOOL		"1": the value of the OUT output is limited ...
Para_SCALING_FE_rect	Para_SC...		
Para_SCALING_LE_brajka	Para_SC...		
in_min	REAL	0.0	Lower limit of the input scale
in_max	REAL	10000.0	Upper limit of the input scale
out_min	REAL	0.0	Lower limit of the output scale
out_max	REAL	100.0	Upper limit of the output scale
clip	BOOL		"1": the value of the OUT output is limited ...
Para_SCALING_PE_brajka	Para_SC...		
in_min	REAL	0.0	Lower limit of the input scale
in_max	REAL	10000.0	Upper limit of the input scale
out_min	REAL	0.0	Lower limit of the output scale
out_max	REAL	3200.0	Upper limit of the output scale
clip	BOOL		"1": the value of the OUT output is limited ...
Para_SCALING_PE_epurat	Para_SC...		
Para_SCALING_PE_rect	Para_SC...		
Para_SCALING_QE_brajka	Para_SC...		
in_min	REAL	0.0	Lower limit of the input scale
in_max	REAL	10000.0	Upper limit of the input scale
out_min	REAL	0.0	Lower limit of the output scale
out_max	REAL	100.0	Upper limit of the output scale
clip	BOOL		"1": the value of the OUT output is limited ...
Para_SCALING_QE_epurat	Para_SC...		
Para_SCALING_QE_rect	Para_SC...		
Para_SCALING_TE_brajka	Para_SC...		
in_min	REAL	0.0	Lower limit of the input scale
in_max	REAL	10000.0	Upper limit of the input scale
out_min	REAL	-50.0	Lower limit of the output scale
out_max	REAL	400.0	Upper limit of the output scale
clip	BOOL		"1": the value of the OUT output is limited ...
Para_SCALING_TE_control	Para_SC...		
Para_SCALING_TE_epurat	Para_SC...		
Para_SCALING_TE_rect	Para_SC...		
Para_SCALING_TE_voda_brajka	Para_SC...		
Para_SCALING_TE_voda_epurat	Para_SC...		
Para_SCALING_TE_voda_rect	Para_SC...		

Рис. 5.27. Блоки масштабування змінних

Використані функціональні блоки

Name	no.	Type
PI_B_0		PI_B
PI_B_1v		PI_B
PI_B_2v		PI_B
PI_B_3v		PI_B
PI_B_4v		PI_B
PI_B_5v		PI_B
PI_B_6v		PI_B
PI_B_7v		PI_B
PI_B_10v		PI_B
PI_B_11v		PI_B
SAMPLETM_0		SAMPLETM
SCALING_1		SCALING
SCALING_2		SCALING
SCALING_3		SCALING
SCALING_4		SCALING
SCALING_5		SCALING
SCALING_6		SCALING
SCALING_7		SCALING
SCALING_8		SCALING
SCALING_9		SCALING
SCALING_10		SCALING
SCALING_11		SCALING
SCALING_12		SCALING
SCALING_13		SCALING
SCALING_14		SCALING
SCALING_15		SCALING
SCALING_16		SCALING
SCALING_17		SCALING
SCALING_18		SCALING
SCALING_19		SCALING

Рис. 5.28. Функціональні блоки програми

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.

6.1 Таблиця змінних

Таблиця 6. Змінні в Zenon

Ім'я змінного тегу	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
KL-1v	%MW102	0	100 %	0	100 %	Real
KL-2v	%MW106	0	100 %	0	100 %	Real
KL-3v	%MW108	0	100 %	0	100 %	Real
KL-4v	%MW110	0	100 %	0	100 %	Real
KL-5v	%MW112	0	100 %	0	100 %	Real
KL-6v	%MW114	0	100 %	0	100 %	Real
KL-7v	%MW116	0	100 %	0	100 %	Real
KL-10v	%MW118	0	100 %	0	100 %	Real
KL-11v	%MW120	0	100 %	0	100 %	Real
PE_brajka	%MW122	0	3200 мбар	0	3200 мбар	Real
PE_epurat	%MW124	-20	3200 мбар	-20	3200 мбар	Real
PE_rect	%MW126	0	3200 мбар	0	3200 мбар	Real
TE_brajka	%MW134	-50	400 °C	-50	400 °C	Real
TE_epurat	%MW138	-50	400 °C	-50	400 °C	Real
TE_rect	%MW140	-50	400 °C	-50	400 °C	Real
TE_control	%MW136	-50	400 °C	-50	400 °C	Real
QE_brajka	%MW128	0	100 %	0	100 %	Real
QE_epurat	%MW130	0	100 %	0	100 %	Real
QE_rect	%MW132	0	100 %	0	100 %	Real
FE_brajka	%MW100	0	10 м3\с	0	10 м3\с	Real
FE_rect	%MW104	0	10 м3\с	0	10 м3\с	Real
TE_voda_brajka	%MW142	-50	400 °C	-50	400 °C	Real
TE_voda_epurat	%MW144	-50	400 °C	-50	400 °C	Real
TE_voda_rect	%MW146	-50	400 °C	-50	400 °C	Real
Auto_KL_1v	%MW148	0	1	0	1	Bool
Auto_KL_2v	%MW150	0	1	0	1	Bool

1	2	3	4	5	6	7
Auto_KL_3v	%MW152	0	1	0	1	Bool
Auto_KL_4v	%MW154	0	1	0	1	Bool
Auto_KL_5v	%MW156	0	1	0	1	Bool
Auto_KL_6v	%MW158	0	1	0	1	Bool
Auto_KL_7v	%MW160	0	1	0	1	Bool
Auto_KL_10v	%MW162	0	1	0	1	Bool
Auto_KL_11v	%MW164	0	1	0	1	Bool
Stop	%MW168	0	1	0	1	Bool
Pusk	%MW166	0	1	0	1	Bool
LE_Alarm	%MW170	0	1	0	1	Bool

6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Людино машинний інтерфейс брагоректифікаційної установки дозволяє оператору контролювати та регулювати технологічним процесом, і за потреби змінювати керуючі дії клапанів.

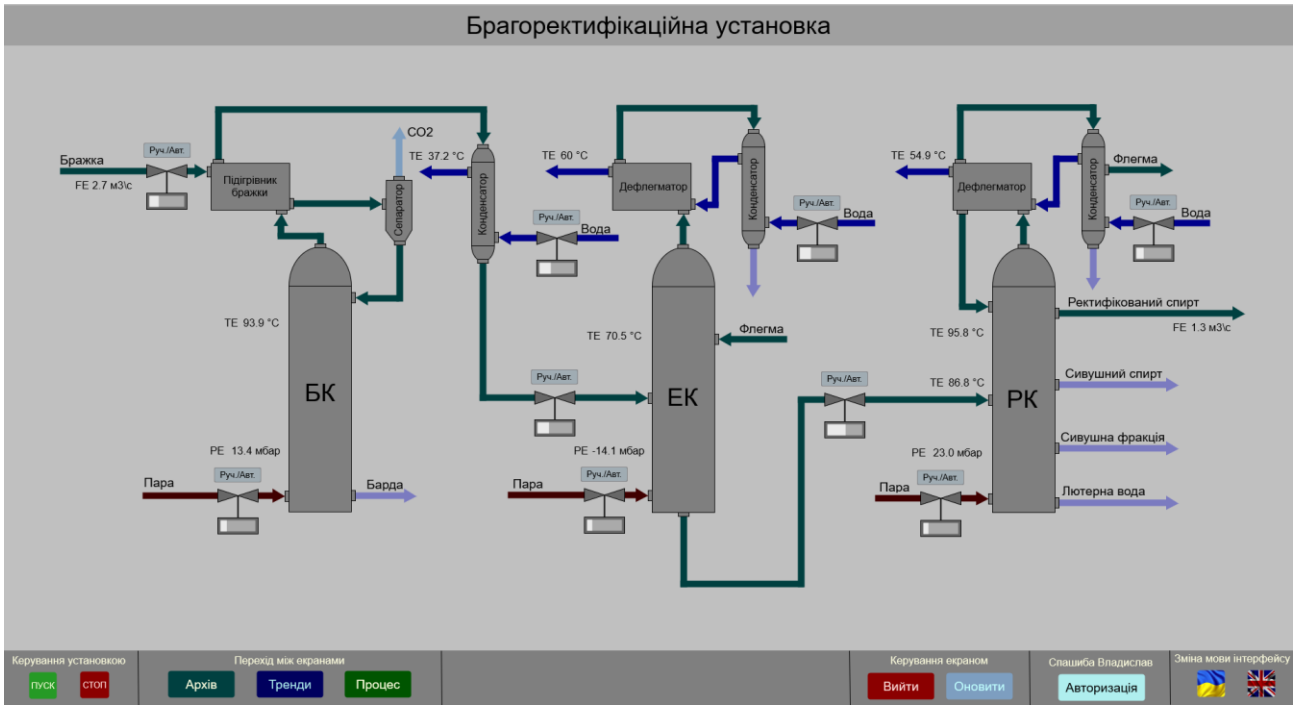


Рис. 6.1. Мнемосхема оператора

Висновок

Розроблена в даному проекті схема автоматичного регулювання технологічними параметрами дає можливість отримувати спирт потрібної якості, в оптимальному технологічному режимі з оптимальними значеннями параметрів. В проекті було використано сучасні датчики, для слідкування за показниками процесу та показниками якості виробництва спирту в брагоректифікаційній установці.

Для досягнення найкращих результатів роботи брагоректифікаційної установки використовується засоби автоматизації, що побудовані на основі мікропроцесорних технологій. В проекті використовуються технічні засоби таких виробників: ОВЕН, Aplisens, Siemens, Schnider та інші. Сучасні технічні засоби дозволяють вимірювати та регулювати технологічні параметри з високою точністю. Всі датчики мають один уніфікований сигнал 4-20мА, що облегшує підбір аналогів для заміни або ремонту. Система після виходу на робочі параметри здатна керувати процесами в брагоректифікаційній установці самостійно. За допомогою операторського екрану можна спостерігати та за потреби регулювати перехідним процесом. Аварійний захист запобігає виникненню небезпечних наслідків.

Список використаної літератури

1. Райхер Я.Г. Основы автоматизации процессов спиртового и ликеро-водочного производств. – М. Пищевая промышленность, 1972.

2. Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. Автоматизація техноло-гічних процесів і виробництв харчової промисловості. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 224 с.

3. Волошин З.С., Макаренко Л.П. и др. Автоматизация свеклосахарного производства. – М: Пищевая пром-сть, 1980.

4. Автоматизация производственных процессов и АСУТП в пищевой промышленности /Под ред. Л.А. Широкова. – М.: Агропромиздат,1986.

5. Ельперів І.В., Пупена О.М., Сідлецький В.М., Швед С.М. Автоматизація виробничих процесі – К: Автоматизація виробництв, 2021.

6. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.

7. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.

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

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

10. 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.

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

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

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

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

15. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.

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

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

18. 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.

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

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

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

22. 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.

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

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

25. 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.

26. 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.

27. 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.