

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

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету

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

«8» лютого 2023 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

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

«8» лютого 2023 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 дифузійного відділення цукрового заводу

Виконав: здобувач 3 курсу, групи ЗАК-3-Іск

(прізвище, ім'я, по батькові повністю) Саган Богдан Олександрович
(підпис)

Керівник _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) Романов Микола Сергійович
(підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) Олена М'якишко
(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 – 2023 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

Я.В.Смітюх

«16» листопада 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Сагану Богдану Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу

керівник роботи к.т.н. доц. Романов Микола Сергійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «16» листопада 2022 р. № 815-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «8» лютого 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 16 листопада 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 та 7	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Саган Б.О.

(підпис)

Керівник роботи Романов М.С.

(підпис)

Анотація

В кваліфікаційній роботі описується розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу.

Система автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу розроблена з ПЛК Schneider Electric M340.

Також описано в роботі монтаж технічного засобу автоматизації – термометру опору WIKA TR30.

Citect SCADA 2015 застосовано при розробці дисплейної мнемосхеми для АРМ (автоматизованого робочого місця) оператора.

Комп'ютерне моделювання допомогло визначити оптимальні параметри налаштувань ПІ-регулятора для регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику.

Ключові слова: цукор, дифузія, автоматизація, M340, WIKA TR30.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Annotation

The qualification work describes the development of the automation system of the diffusion department of the sugar factory.

The automation system of the diffusion department of the sugar factory was developed with a Schneider Electric M340 PLC.

The work also describes the installation of a technical means of automation – the WIKA TR30 resistance thermometer.

Citect SCADA 2015 was used in the development of a display mnemonic scheme for the operator's automated workplace.

Computer modeling helped to determine the optimal settings of the PI controller for regulating the temperature of the diffusion juice in the heat exchanger.

Keywords: sugar, diffusion, automation, M340, WIKA TR30.

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

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	11
Розділ 2. Система автоматизації	13
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	13
2.2. Схема автоматизації.....	39
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	40
Розділ 3. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	42
3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	42
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	44
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	45
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів	49
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	53
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	56
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	56
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	57
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання	58
7.1. Постановка задачі дослідження.....	58
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.....	59
7.3. Моделювання САР.....	60
7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.....	62
Висновки	63
Список використаної літератури	64

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Вступ

Забезпечення технологічних вимог під час проходження технологічного процесу дифузії на цукровому заводі дозволяє отримати дифузійний сік з більшим вмістом цукрів.

Для оптимального проходження технологічного процесу дифузії на цукровому заводі необхідно використовувати технічні засоби автоматизації новітніх моделей, які дозволять зменшити витрати енергоресурсів та зменшити час проходження технологічного процесу дифузії на цукровому заводі, що дозволить збільшити прибутковість виробництва.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу з використанням ПЛК та технічних засобів автоматизації новітніх моделей.

Використання ПЛК та технічних засобів автоматизації новітніх моделей при розробці системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу дозволить зменшити витрати енергоресурсів на процес дифузії та збільшити прибутковість виробництва.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

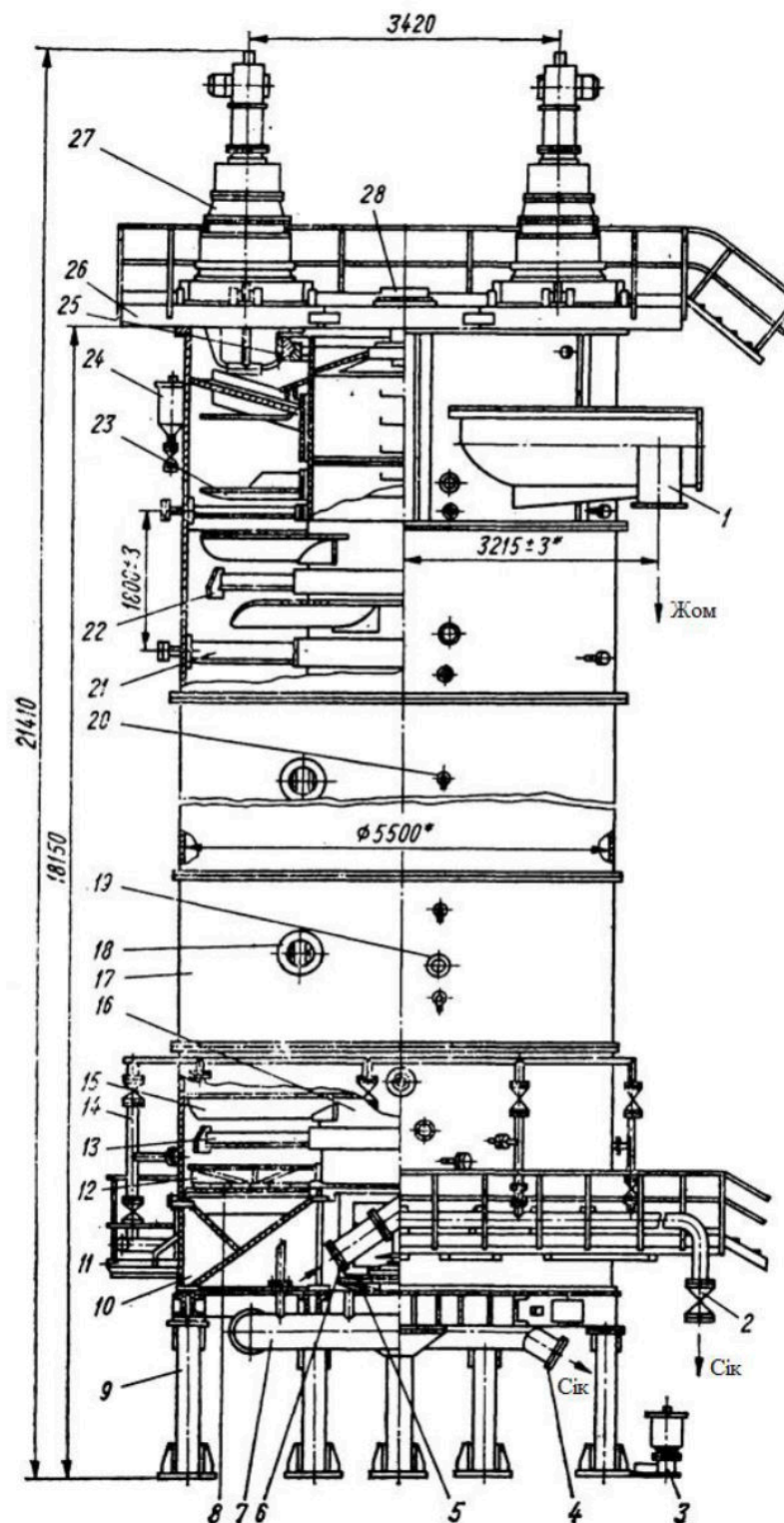
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Для дифузії цукру з буряків використовують дифузійні повністю автоматизовані апарати безперервної дії, які дозволяють знизити втрати цукру в стружці до 0,25-0,3 % до маси буряків. На цукровому виробництві працюють різні дифузійні апарати безперервної дії: горизонтальні, ротаційні, вертикальні колонні (одноколонні, багатоколонні), похилі двошнекові. Найбільш поширені одноколонні апарати типу КДА та похилі апарати С-17.

Одноколонний дифузійний апарат типу КДА складається з горизонтального ошпарювача та вертикального колонного дифузійного апарату (рис. 1.1). Установки цього типу мають кілька модифікацій, що відрізняються одна від одної продуктивністю та деякими конструктивними особливостями. Принцип роботи апарату КДА-25-59 із ошпарювачем О-25-59 наступний.

Бурякова стружка подається в завантажувальну шахту ошпарювача і поєднується з гарячим дифузійним соком. Усередині горизонтального циліндричного корпусу ошпарювача є порожнистий трубовал, що обертається з частотою 1,25-3,75 об./хв. На ньому закріплені лопаті, що транспортують і перемішують стружку. Через ситові поверхні сік відбирається для підігріву і знову повертається в ошпарювач.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Саган Б.О.					8	5
Керівник		Романов М.С.						
Зав. каф.		Смітюх Я.В.						
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.				НУХТ ЗАК-3-1ск		



1 – шнек; 2, 4, 6, 11 – патрубки; 3 – станція мастила 5 – підшипникова опора; 7 – колектор; 8 – сектори; 9 – постамент; 10 – ситовий пояс; 12 – ситовий очисник; 13, 21, 22 – нерухомі контрлопасті; 14 – кільцевий трубопровід; 15, 23 – лопаті; 16 – обертовий турбовал з лопастями; 17 – корпус; 18 – люки; 19 – вікна; 20 – крани; 24 – збірник; 25 – зубчасте колесо; 26 – рама; 27 – привід; 28 – підшипникова опора.

Рис. 1.1. Колонний дифузійний апарат.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

З ошпарювача подається в нижню частину вертикального колонного дифузора висотою 15,37 м і діаметром 5 м. Зверху в дифузор подається суміш свіжої та жомопресової (відокремленої при пресуванні жому) води з температурою 72 °С та 5,8-6,4 од. рН. Усередині дифузора розташований порожнистий вал з лопатями діаметром 2 м. обертається з частотою 0,6-1 об./хв. Зміна частоти обертання цього валу дозволяє регулювати продуктивність апарату. Пустотілим валом і переміщається знизу вгору за допомогою лопатей, що утворюють переривчасту гвинтову поверхню. встановлені нерухомі контрлопаті, що перешкоджає обертанню маси стружки навколо осі циліндра.

Знецукрова стружка (жом) виводиться з верхньої частини апарату і подається в жомовий прес, в якому за допомогою віджимних шнеків відокремлюється жомопресова вода. Як було зазначено раніше, ця вода частково повертається на дифузію.

Дифузійний сік виводиться з колони в ошпарювач через сита, розташовані на нижньому кінці порожнистого валу. Відбір соку ведеться із ошпарювача і становить до 130 % маси буряків.

Вертикальні одноколонні дифузійні установки повністю автоматизовані, ними управляє один оператор, вони надійні в експлуатації, компактні, дозволяють отримувати сік із малими втратами цукру. Недоліком одноколонних апаратів є наявність ошпарювача, що займає додаткову площу, надмірне подрібнення стружки, що не дозволяє використовувати тонку бурякову стружку, відсутність можливості проміжного підігріву соку в дифузорі. [1]

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.

Таблиця 1.1. Завдання на розробку системи автоматизації.

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	2	3	4	5	6	7	8
1	КДА	Температура (низ)	75 °С	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора	
		Температура (середина)	73 °С	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора	
		Температура (верх)	70 °С	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора	
		Різниця тисків	0 кПа	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора	
		Двигун М1	1 об./хв.	Регулювання	Стабілізація	Вплив на роботу двигуна М1	
2	Ошпарювач	Різниця тисків	0 кПа	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора	
		Двигун М2	3 об./хв.	Регулювання	Стабілізація	Вплив на роботу двигуна М2	

Продовження таблиці 1.1.

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Трубопро- від	Витрата дифузій- ного соку в теплооб- мінник	130 м³/год	Регулю- вання	Стабілізація	Вплив на насос подачі дифузій- ного соку	
		Витрата сокоост- ружкової суміші в КДА	70 м³/год	Регулю- вання	Стабілізація	Вплив на насос подачі дифузій- ного соку	
		Витрата жомопре- сової води	30 м³/год	Регулю- вання	Стабілізація	Вплив на насос подачі жомопрес- ної води	
		Темпера- тура дифу- зійного соку з теплооб- мінника	85 °С	Регулю- вання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі пари	

Розділ 2. Система автоматизації

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

Різниця тисків

В системі автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу для виміру різниці тисків в ошпарювачі та в КДА застосовується вимірювач диференційного тиску ОВЕН ПД-200ДД (рис. 2.1). [2]



Рис. 2.1. ОВЕН ПД-200ДД.

					Кваліфікаційна робота					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу			Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Саган Б.О.								
Керівник		Романов М.С.							13	29
								НУХТ ЗАК-3-1ск		
Зав. каф.		Смітюх Я.В.								
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.								

Назва	Значення
Вихідний сигнал постійного струму	4...20 мА
Межі основної похибки вимірювання	±0,1 % ДИ
Напруга живлення	18...42 В
Опір навантаження	Не менше 250 Ом
Ступінь захисту корпусу	IP65
Середній час наробітку	500 000 год
Середній термін служби	12 років
Міжповірочний інтервал	2 роки
Вага без упаковки/в упаковці	3,5 кг / 5,0 кг
Діапазон робочих температур навколишнього повітря	-20 (-40*)...70 °С
Діапазон температур вимірювального середовища	-40... 100 °С
Перевантажувальна здатність	13 МПа
Граничний тиск перевантаження	13 МПа

* Температура роботи без показань рідкокристалічної індикації

Рис. 2.2. Характеристики ОВЕН ПД-200ДД.

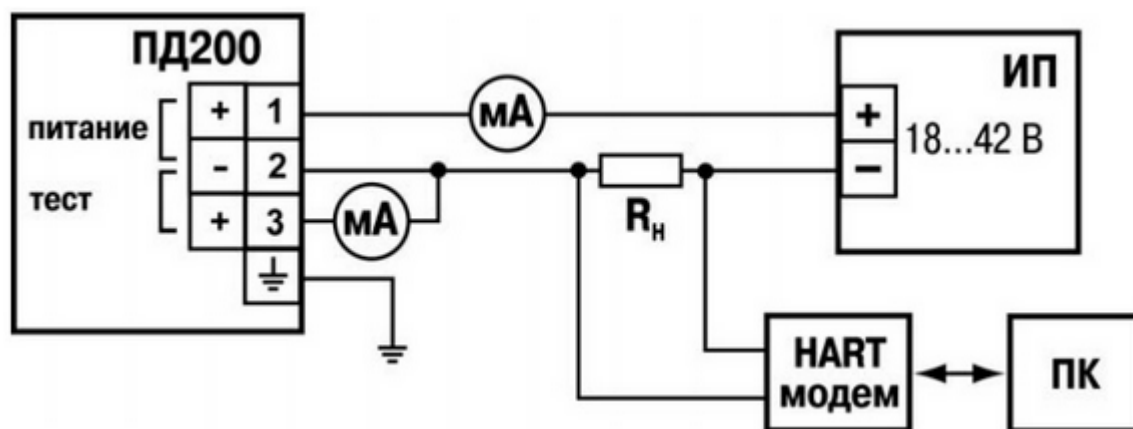


Рис. 2.3. Схема підключення ОВЕН ПД-200ДД.

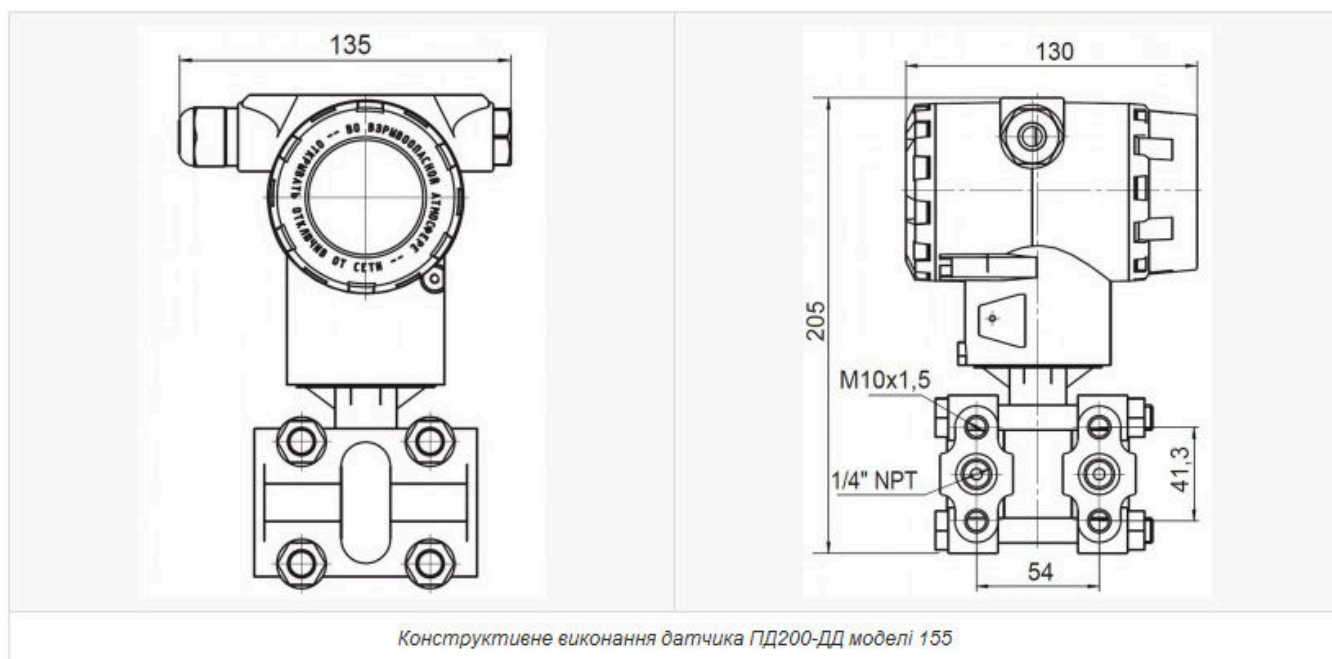


Рис. 2.4. Конструктивне виконання ОВЕН ПД-200ДД.

ОВЕН ПД200-ДД X-155-0,1-2-Н

Верхня межа вимірювання, МПа:

0,007 0,04 0,2 0,7 2,0

Рис. 2.5. Позначення при замовленні ОВЕН ПД-200ДД.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

15

Витрата

В системі автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу для виміру витрати води та соку застосовується електромагнітний витратомір ASA ASAMAG (рис. 2.6). [3]



Рис. 2.6. ASA ASAMAG.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ELECTRICAL CONNECTION

Electrical connection between metering tube and converter must be effected using **one single shielding cable supplied by ASA.**

Connecting cable must be single-stretch without junctions.

Maximum length for remote wiring is 200 m. when conductivity is over 5 $\mu\text{S/cm}$.

Converter housing is equipped with M20X1,5 glands.

Electrical Terminals

Power supply range:

110- 220V version: 90-250Vac 50-60 Hz

24V version:

20-55 Vdc

17-45 Vac (50-60Hz)

Converter range temperature:

-10°C +75°C

Power consumption:

20W @ 110 Vac

26W @ 230 Vac

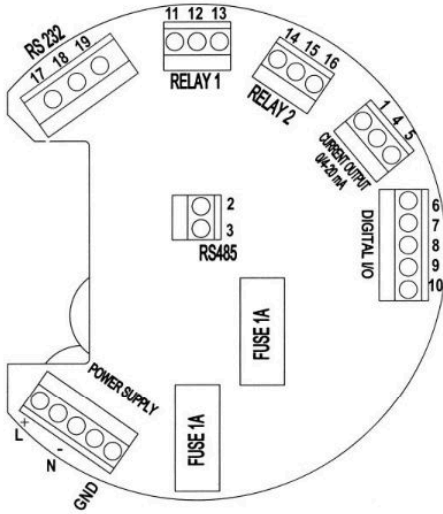
20W @ 24 Vdc/ac

Fuses 1A 250V delayed

Relay 1 and Relay 2:

Max Voltage: 220 Vdc / 250 Vac

Max Current: 1,5 A



In each case the values of voltage and current must not exceed the maximum

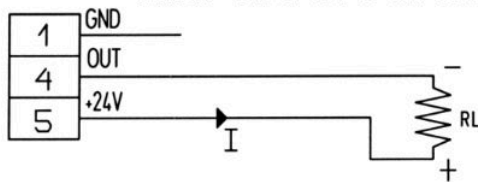
Current output 0/4-20mA (Hart)			Pulse output OUT1 NPN-PNP		Passive Pulse output OUT2		ON/OFF Input			RELAY 1			RELAY 2		
1	4	5	6	7	8	18	9	10	18	11	12	13	14	15	16
GND	OUT	+24V	Common	OUT1	OUT2	Common	IN1	IN2	Common	NO	Common	NC	NO	Common	NC
			OR												
			OUT1	Common											

SERIAL OUTPUT RS232			SERIAL OUTPUT RS485		
17	18	19	2	3	18
RX	GND	TX	+	-	GND

Рис. 2.7. Схема контактів ASA ASAMAG.

INPUT/OUTPUT SIGNALS

CURRENT OUTPUT 0/4-20 mA ACTIVE



Pct. 1

CURRENT OUTPUT CONNECTIONS – ACTIVE CONFIGURATION

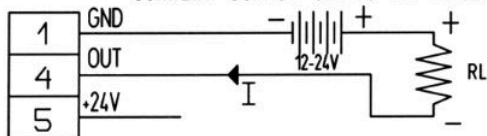
RL max load=1200 Ω WITHOUT HART COMMUNICATION

Set 4-20mA and RL $\geq$ 250 Ω WITH HART COMMUNICATION

See 4.2 Available functions - ASAMAG MENU

Main menu: 0/4-20mA output, PID

CURRENT OUTPUT 0/4-20 mA PASSIVE



Pct. 2

CURRENT OUTPUT CONNECTIONS – PASSIVE CONFIGURATION

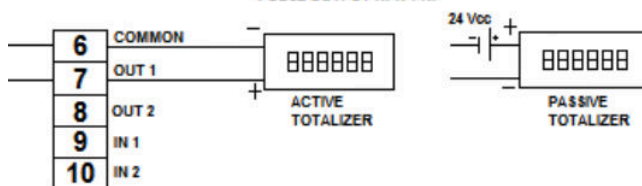
RL max load=1200 Ω WITHOUT HART COMMUNICATION

Set 4-20mA and RL $\geq$ 250 Ω WITH HART COMMUNICATION

See 4.2 Available functions - ASAMAG MENU

Main menu: 0/4-20mA output

PULSE OUTPUT NPN-PNP



Pct. 3

PULSE OUTPUT NPN – PNP

The output is a free contact, no voltage and current on it. See 4.2 Available functions

ASAMAG MENU

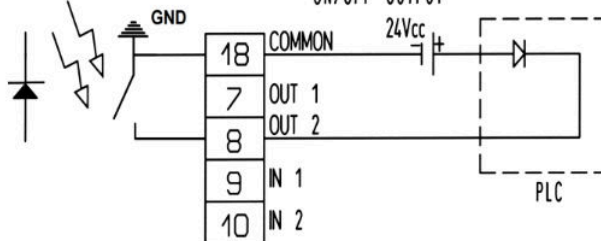
Main menu: output pulse

CAUTION!

Voltage max 24 Vdc +/- 5%

Current max 250 mA

ON/OFF OUTPUT



Pct. 4

OUTOUT OUT 2

Such output must bear an external circuit connection. This output is closed and active only if the digital output Relay is active and has the same functions of relay menu. OUT2 works with relay 2.

CAUTION!

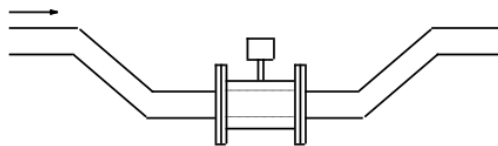
Voltage max 24 Vdc +/- 5%

Current max 250 mA

Рис. 2.8. Способи під'єднання ASA ASAMAG.

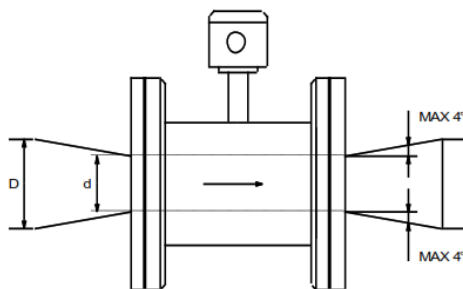
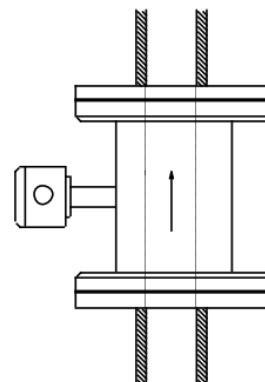
Діаметр, мм	Швидкість потоку 0,3 м/с Діапазон витрата мін., м³/г	Швидкість потоку 12 м/с Діапазон витрата макс., м³/г	Діаметр, мм	Швидкість потоку 12 м/с Діапазон витрата мін., м³/г	Швидкість потоку 0,3 м/с Діапазон витрата макс., м³/г
4	0,013	0,454	200	36	1140
6	0,03	1,2	250	54	2160
15	0,18	7,2	300	72	2880
20	0,375	15	350	105	4200
25	0,54	21,6	400	135	5400
32	0,9	36	450	180	7200
40	1,35	54	500	225	9000
50	2,25	90	600	300	12000
65	3,6	144	700	450	18000
80	5,4	216	800	540	21600
100	9	360	900	675	27000
125	13,5	540	1000	900	36000
150	18	720			

Рис. 2.9. Технічні дані ASA ASAMAG.



The plant is to be built in such a way that metering tube is lower than main pipe, remaining completely filled of liquid also at no flow rate.

In case of vertical mounting, liquid must flow from bottom to top, so as to keep the tube constantly filled.



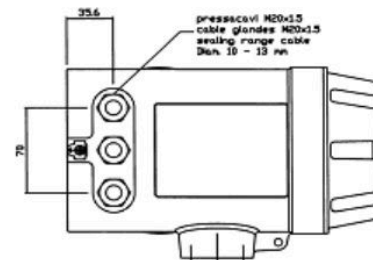
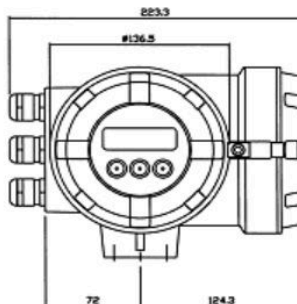
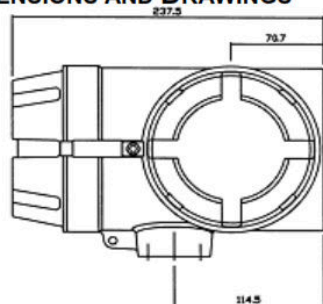
Any eventual diameter change must be effected by using two reduction cones with no more than 8° taper (DIN 28545).

The Loss of charge for this reductions for liquids similar to water (Density 1 gr/cc and viscosity 1 cp) can be calculated as follows:

- 1- calculate the d/D ratio
- 2- read the Loss of charge on the following diagram in function of fluid velocity and d/D ratio.

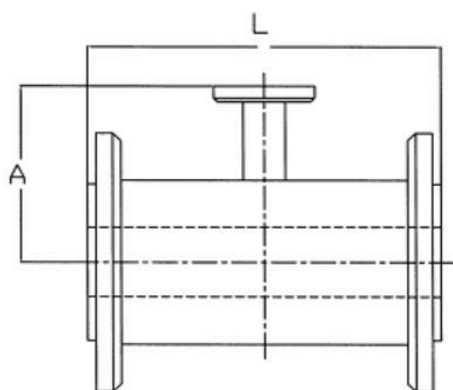
Рис. 2.10. Спосіб монтажу ASA ASAMAG.

DIMENSIONS AND DRAWINGS



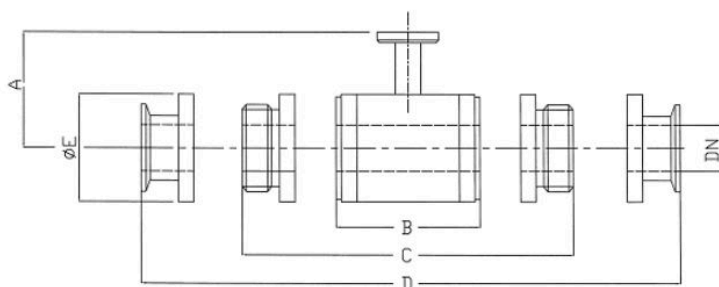
DN	A	L1	L2	PN
15	67	100	200	10-40
20	71	100	200	10-40
25	75	100	200	10-40
32	80	120	200	10-16
40	82	120	200	10-16
50	90	140	200	10-16
65	100	160	200	10-16
80	107	160	200	16
100	119	160	250	16
125	130	200	250	16

L1 standard ASA length
L2 ISO length



DN	A	L1		L2
		PN10	PN16	
150	147	300	300	300
200	166	300	300	350
250	194	300	300	450
300	219	300	300	500
350	249	350	650	-
400	274	400	412	600
450	300	450	466	-
500	325	500	516	800
600	380	600	616	1000
700	437	700	716	-
800	488	800	816	1200
900	540	900	916	-
1000	595	1000	1012	-

SERIES AW6 AD5 AS5 AT6 CONNECTIONS WAFER DIN SMS TRICLAMP



DN	ΦE		Tipo AW B	Tipo AD-AS C	Tipo AT D
	A				
15	70	54	70	170	150
20	71	57	70	170	150
25	78	67	70	150	150
32	83	77	90	170	170
40	85	84	90	170	170
50	95	100	100	180	180
65	105	120	-	210	210
80	110	132	120	210	210
100	125	158	140	225	225

Рис. 2.11. Монтажні розміри ASA ASAMAG.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

20

Температура

В системі автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу для виміру температури застосовується термометр опору WIKA TR30 (рис. 2.12). [4]



Рис. 2.12. WIKA TR30.

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

Specifications

Thermometer with direct sensor output with Pt100 output signal, model TR30-P	
Temperature range ■ Class A	Without neck tube -30 ... +150 °C (-22 ... +302 °F) With neck tube -30 ... +250 °C (-22 ... +482 °F)
■ Class B	Without neck tube -50 ... +150 °C (-58 ... +302 °F) With neck tube -50 ... +250 °C (-58 ... +482 °F)
Measuring element (measuring current: 0.1 ... 1.0 mA)	Pt100 measuring resistor
Connection method	■ 2-wire ■ 3-wire ■ 4-wire
Measuring element tolerance value per IEC 60751	■ Class B ■ Class A
Electrical connection	■ M12 x 1 circular connector (4-pin) ■ DIN angular connector form A for cables with Ø 6 ... 8 mm, cross section max. 1.5 mm ²
Explosion protection (option)	Intrinsically safe to Ex i gas/dust

For detailed specifications for Pt sensors, see Technical information IN 00.17 at www.wika.com.

Thermometer with transmitter and 4 ... 20 mA output signal, model TR30-W	
Temperature range ¹⁾ ■ Class A	Without neck tube -30 ... +150 °C (-22 ... +302 °F) With neck tube -30 ... +250 °C (-22 ... +482 °F)
■ Class B	Without neck tube -50 ... +150 °C (-58 ... +302 °F) With neck tube -50 ... +250 °C (-58 ... +482 °F)
Measuring element (measuring current: 0.5 mA)	Pt100 measuring resistor
Tolerance value of the measuring element ¹⁾ per IEC 60751	■ Class B ■ Class A
Measuring span	Minimum 20 K, maximum 300 K
Basic configuration	Measuring range 0 ... 150 °C, other measuring ranges are adjustable
Analogue output	4 ... 20 mA, 2-wire
Measuring deviation per IEC 60770, 23 °C ±5 K	1 % (Transmitter) ²⁾
Linearisation	Linear to temperature per IEC 60751
Linearisation error	±0.1 % ³⁾
Switch-on delay, electrical	< 10 ms
Current signal for fault signal	Configurable in accordance with NAMUR NE43 downscale ≤ 3.6 mA upscale ≥ 21.0 mA
Sensor short-circuit	Not configurable, generally NAMUR downscale ≤ 3.6 mA
Load R_A	$R_A \leq (U_B - 9 \text{ V}) / 0.023 \text{ A}$ with R _A in Ω and U _B in V
Effect of load	±0.05 % / 100 Ω
Power supply U_B	DC 10 ... 35 V
Max. permissible residual ripple	10 % at 24 V / maximum 300 Ω load
Power supply input	Protected against reverse polarity
Power supply effect	±0.025 % / V
Electromagnetic compatibility (EMC)	EN 61326 emission (group 1, class B) and interference immunity (industrial application) ⁴⁾ , and also per NAMUR NE21
Temperature units	Configurable °C, °F, K
Info data	TAG No., descriptor and message can be stored in transmitter
Configuration and calibration data	Permanently stored in EEPROM
Electrical connection	■ M12 x 1, 4-pin circular connector ■ DIN angular connector form A for cables with Ø 6 ... 8 mm, cross section max. 1.5 mm ²
Explosion protection (option)	Intrinsically safe to Ex i gas/dust Safety-related maximum values for the current loop (+ and - connections): U _i = DC 30 V C _i = 6.2 nF I _i = 120 mA L _i = 110 µH P _i = 800 mW

Readings in % refer to the measuring span

For a correct determination of the overall measuring error, both sensor and transmitter measuring deviations have to be considered.

1) The temperature transmitter should therefore be protected from temperatures over 85 °C (185 °F)

2) For measuring spans smaller than 50 K additional 0.1 K

3) ±0.2 % for measuring ranges with a lower limit less than 0 °C (32 °F)

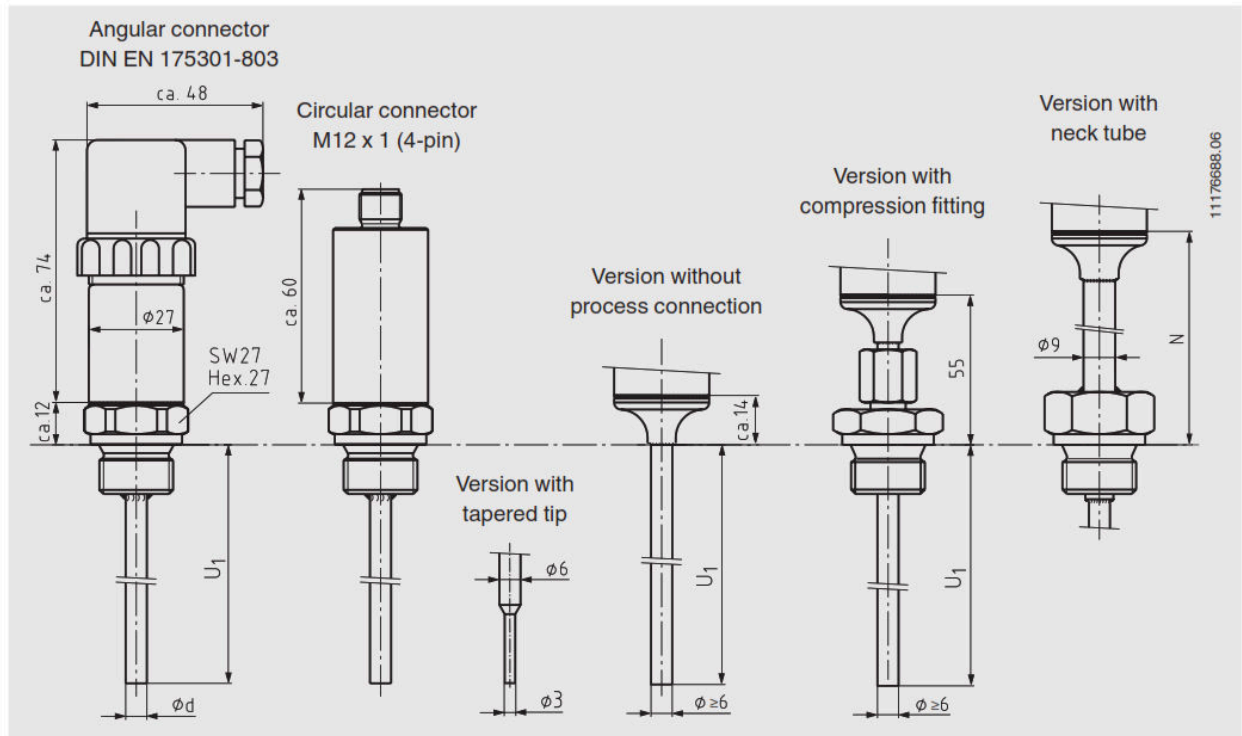
4) Use resistance thermometers with shielded cable, and ground the shield on at least one end of the lead, if the lines are longer than 30 m or leave the building.

Рис. 2.13. Специфікація Wika TR30.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Dimensions in mm

Process connection with parallel threads (or without process connection)



Process connection with tapered threads

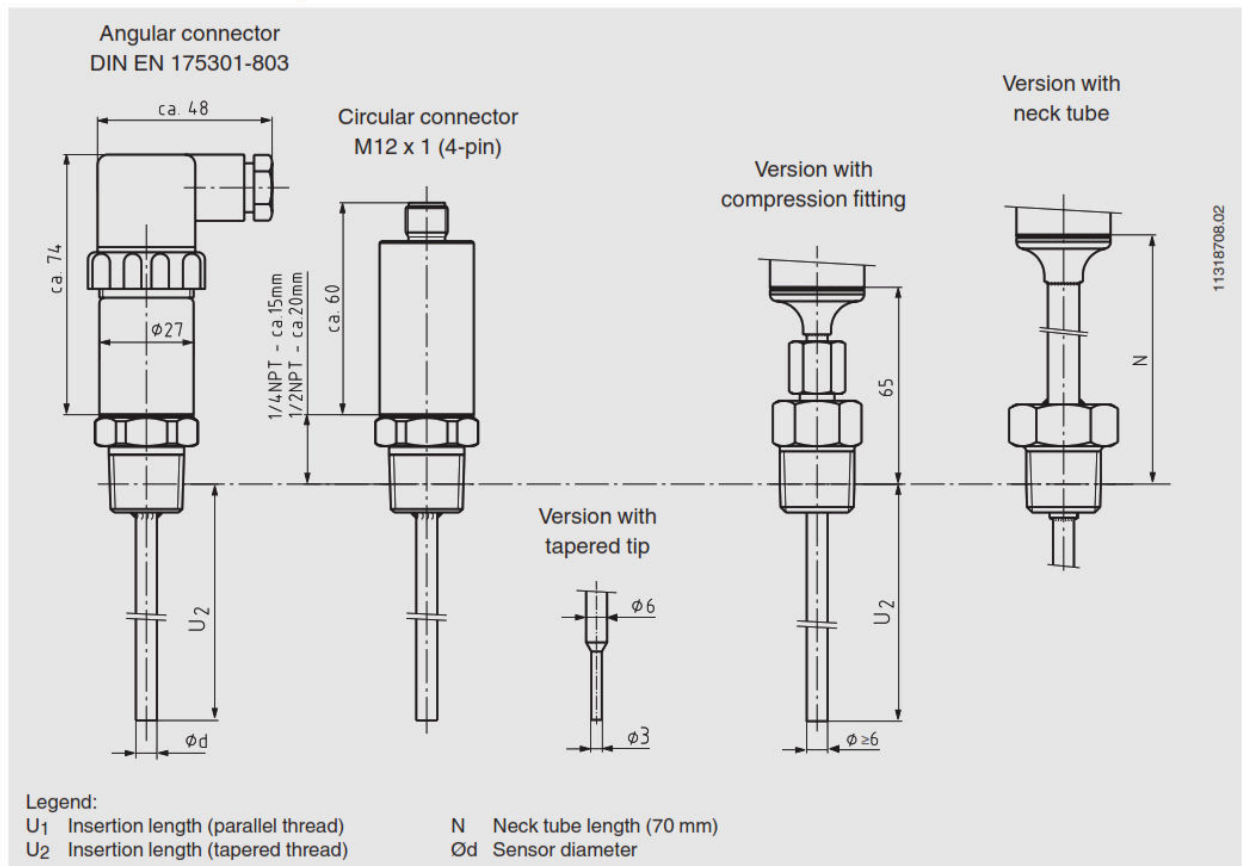


Рис. 2.14. Розміри WIKA TR30.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

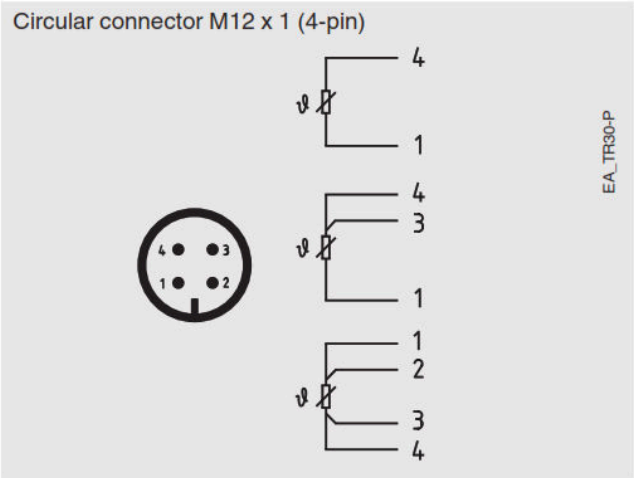
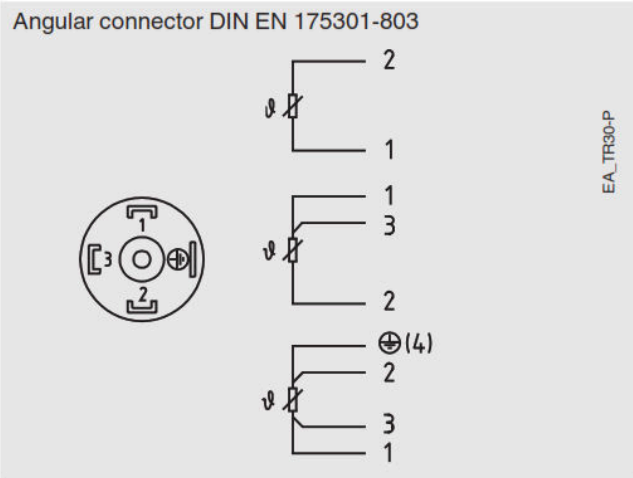
Кваліфікаційна робота

Арк.

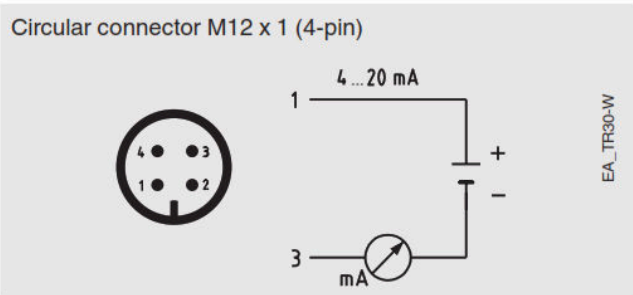
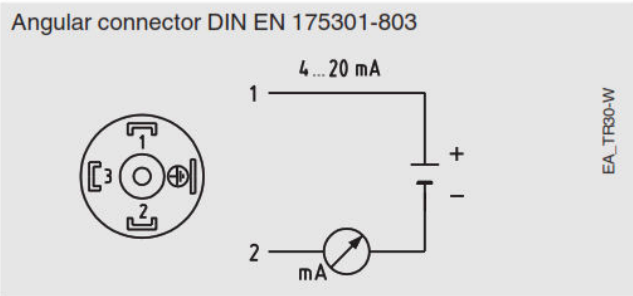
23

Electrical connection

■ Output signal Pt100, model TR30-P



■ Output signal 4 ... 20 mA, model TR30-W



Load diagram for model TR30-W

The permissible load depends on the loop supply voltage.

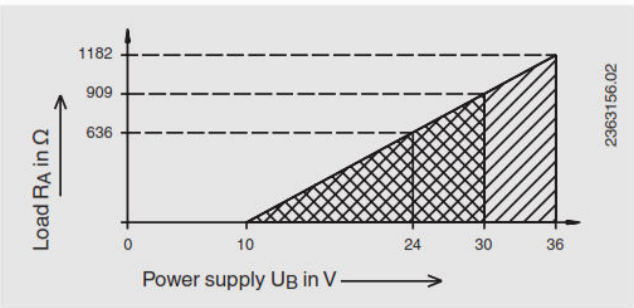


Рис. 2.15. Розміри WKA TR30.

Електропневматичний перетворювач

В системі автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу для управління пневматичним клапаном застосовується електропневматичний перетворювач Samson 6111 (рис. 2.16). [5]

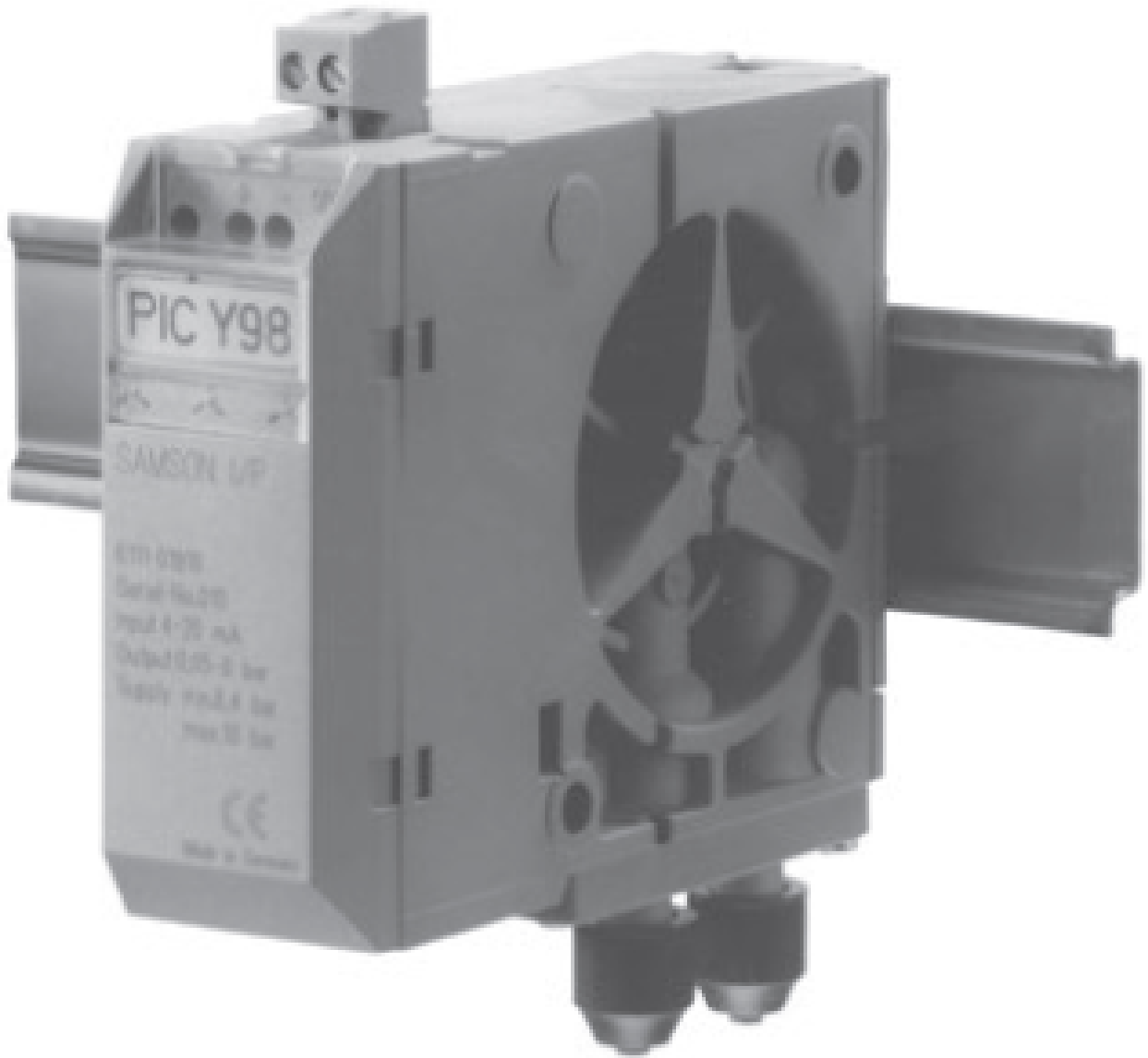
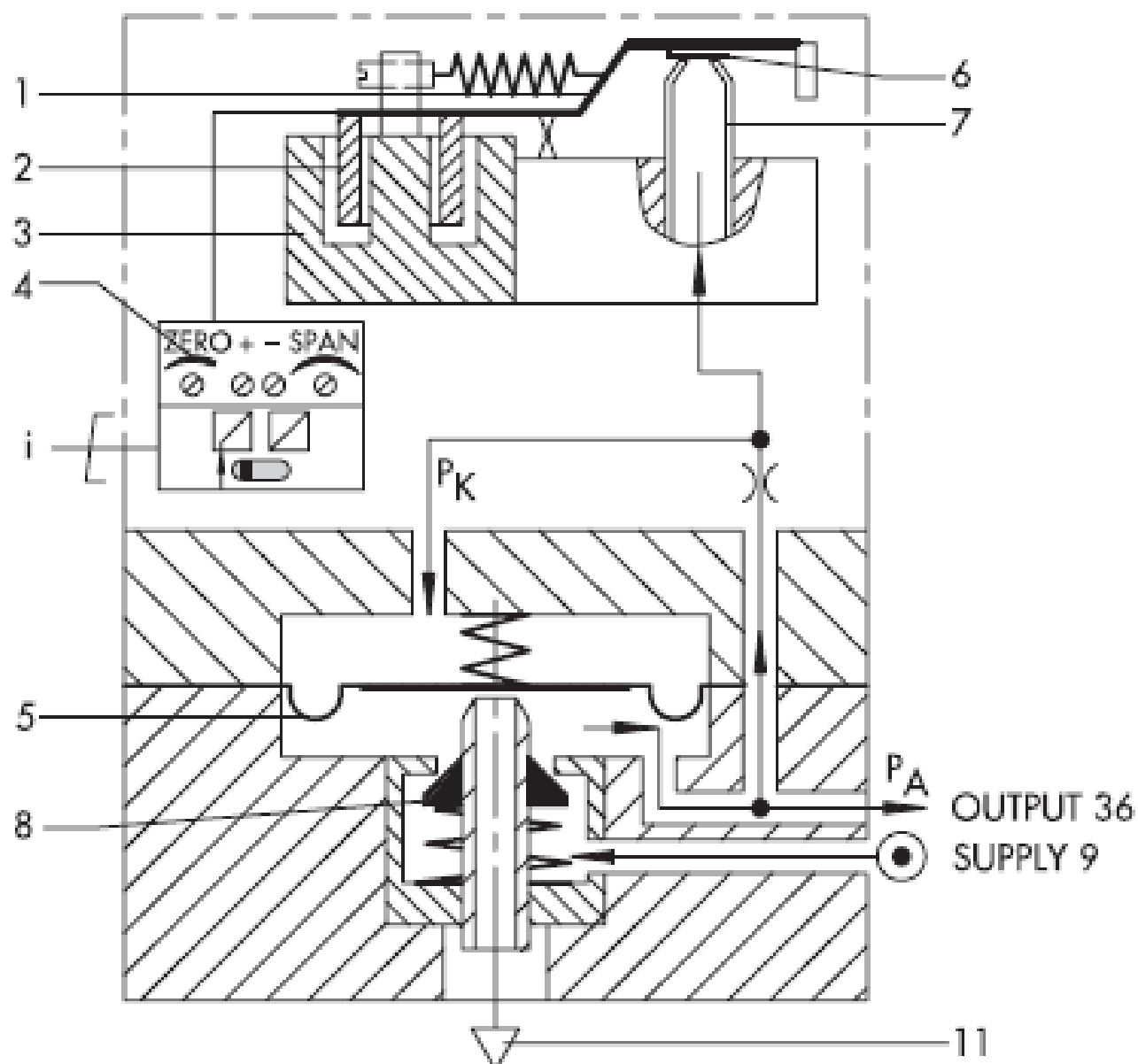


Рис. 2.16. Samson 6111.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]



- 1 Balance beam
- 2 Plunger coil
- 3 Permanent magnet
- 4 Zero point and span adjusters (not in version with electronics)
- 5 Diaphragm

- 6 Flapper
- 7 Nozzle
- 8 Sleeve
- 11 Vent
- P_A Output pressure
- P_K Backpressure

Рис. 2.18. Конструкція Samson 6111.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Dimensions - Type 6111 as rail-mounting unit and field unit - Dimensions in mm

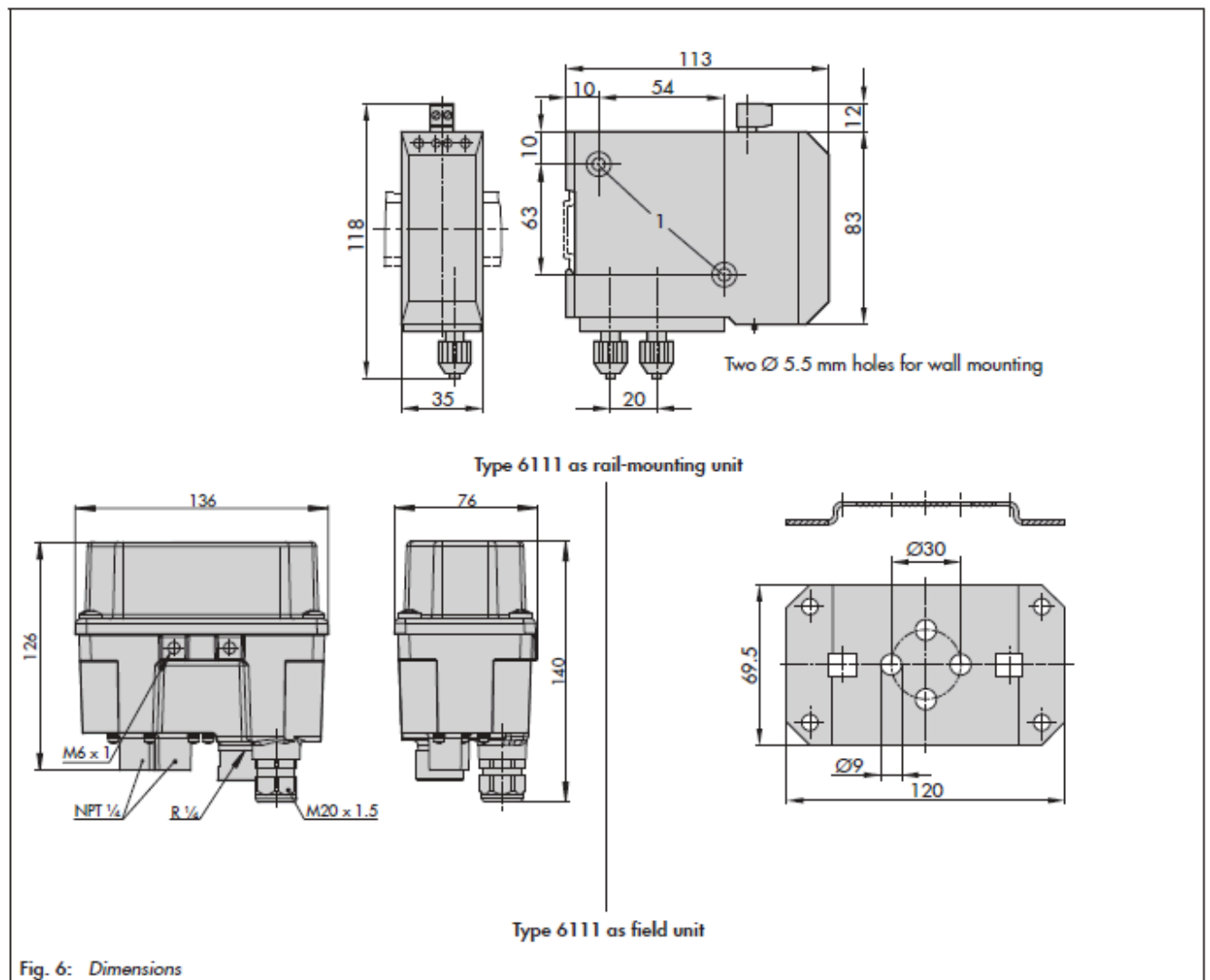


Fig. 6: Dimensions

Рис. 2.19. Розміри Samson 6111.

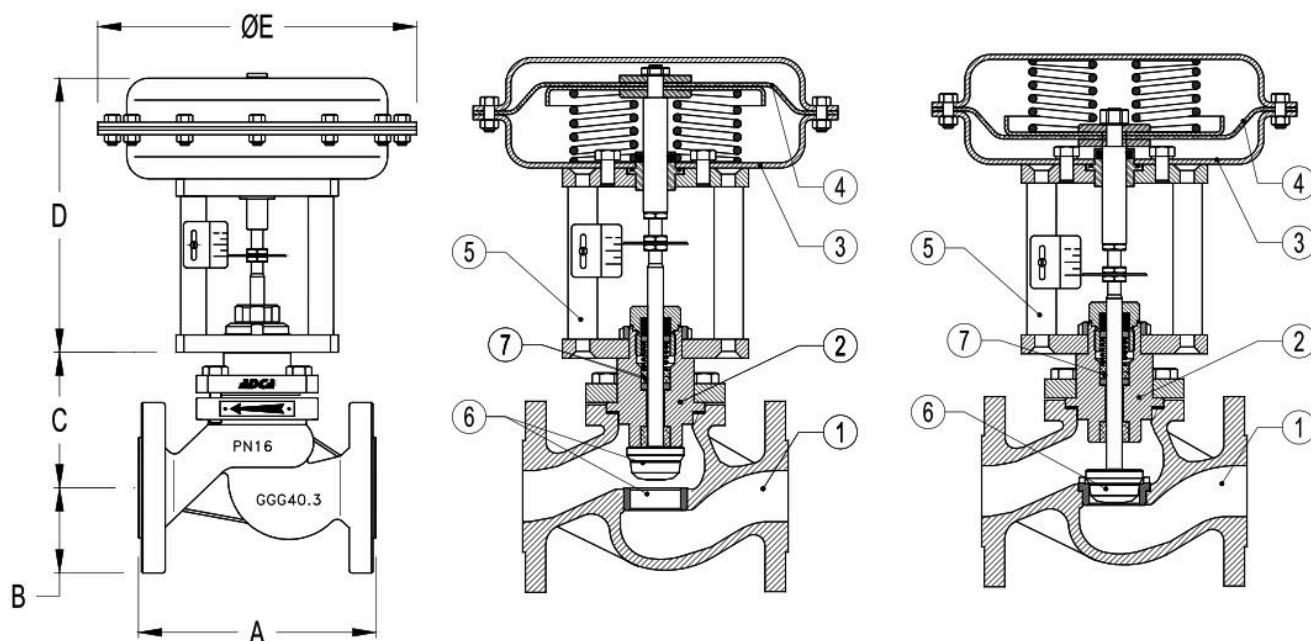
Пневматичний клапан

В системі автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу для управління застосовується пневматичний клапан ADCATrol PV16G (рис. 2.20). [6]



Рис. 2.20. ADCATrol PV16G.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



PV16 DA – Direct action

PV16 RA – Reverse action

DIMENSIONS - VALVE BODY				
DN	A (mm)	B (mm)	C (mm) BONNET	
			STANDARD	EXTENDED
15	130	48	80	150
20	150	53	80	150
25	160	58	85	165
32	180	70	90	170
40	200	75	105	185
50	230	83	105	195
65	290	93	165	265
80	310	100	175	270
100	350	110	190	300
125	400	125	240	310
150	480	142	290	340
200	600	170	315	360

PV16 DA - Direct action from DN15 to DN200
PV16 RA - Reverse action from DN15 to DN100

MATERIALS		
POS.	DESIGNATION	MATERIAL
1	Valve Body	GJS-400-18-LT / 0.7033
2	Bonnet	CF8 / 1.4308
3	Actuator (Steel)	S235JRG2 / 1.0038
	Actuator (Stainless steel)	AISI304 / 1.4301
4	Diaphragm	NBR 70
5	Yoke (Seel)	C45E / 1.1191
	Yoke (Stainless steel)	AISI304 / 1.4301
6	Valve Seal	PTFE/GR
7	Standard packing	PTFE/GR

DIMENSIONS - ACTUATOR			
Type	ø E (mm)	D (mm)	
		DN15-100 DA/RA	DN125-200 DA
PA-205	210	235	—
PA-280	275	240	—
PA-340	335	265	—
PA-435	430	295	—

FLOW RATE COEFFICIENTS												
	SIZES											
	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150	DN200
Kvs	3,8	5,1	9,4	15,4	22,2	40,1	63,4	89,7	136,7	230,6	316,1	555,3

Kvs in m3/h, see data sheet IS PV10.00 E ; For conversion Kvs = Cv(US) x 0,855

ACTUATOR STROKE IN mm												
	SIZES											
	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150	DN200
Stroke	20	20	20	20	20	20	30	30	30	40	40/50	50

Рис. 2.21. Конструкція ADCATrol PV16G.

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

Кваліфікаційна робота

Арк.

30

Кількість обертів двигунів

В системі автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу для виміру кількості обертів двигунів застосовується індуктивний датчик Autonics PR30-15DP (рис. 2.23). [7]



Рис. 2.23. Autonics PR30-15DC.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

■ Connections

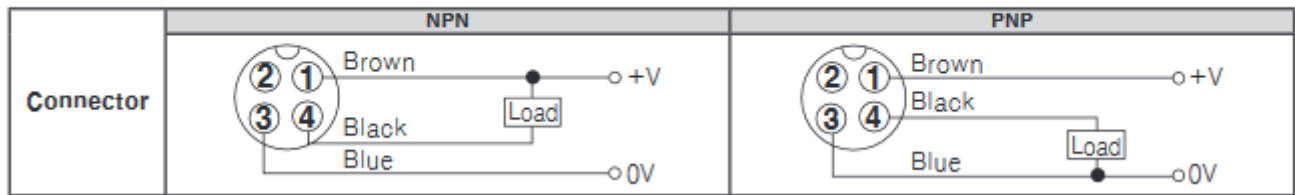


Рис. 2.24. Підключення Autonics PR30-15DC.

■ Ordering information

P	R	L	L	18	-	5	DN	-	V	
										Cable type
										V
										Oil resistant cable
										S
										Option
										DN
										NPN N.O. (Normally Open)
										DN2
										NPN N.C. (Normally Closed)
										DP
										PNP N.O. (Normally Open)
										DP2
										PNP N.C. (Normally Closed)
										Number
										Unit: mm
										Number
										Diameter of head (mm)
										Standard
										S
										Short body
										L
										Long body
										DC 3 wire, cable outgoing type
										W
										DC 3 wire, cable outgoing connector type
										R
										Cylindrical type
										P
										Inductive proximity sensor

Рис. 2.25. Підключення Autonics PR30-15DC.

Частотні перетворювачі

В системі автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу для управління двигунами застосовується частотні перетворювач Lenze 8200 Vector (рис. 2.26). [8]



Рис. 2.26. Lenze 8200 Vector.

Ratings at 400 V mains voltage

Typical motor power	P _r [kW]	0.55	0.75	1.5	2.2	
Three-phase asynchronous motor (4-pole)	P _r [hp]	0.75	1.0	2.0	3.0	
8200 vector - type	EMC filter integrated	E82EV551 K4C0xx	E82EV751 K4C0xx	E82EV152 K4C0xx	E82EV222 K4C0xx	
	without EMC filter	E82EV551 K4C2xx	E82EV751 K4C2xx	E82EV152 K4C2xx	E82EV222 K4C2xx	
Mains voltage	U _{mains} [V]	3/PE 320 V AC - 0%...550 V + 0%; 45 Hz - 0%...65 Hz + 0%				
Alternative DC supply	U _{DC} [V]	450 V DC 0%...775 V + 0%				
Data for operation at 3/PE 400 V AC or 565 V DC						
Rated mains current						
	Without mains choke	I _{mains} [A]	2.5	3.3	5.5	7.3
	With mains choke	I _{mains} [A]	2.0	2.3	3.9	5.1
Output power U, V, W (at 8 kHz)	S _r [kVA]	1.3	1.7	2.7	3.9	
Output power +U _G , -U _G	P _{DC} [kW]	0.3	0.1	1.1	0.4	
Rated output current at a chopper frequency of	2 kHz	I _r [A]	1.8	2.4	4.7	5.6
	4 kHz					
	8 kHz	I _r [A]	1.8	2.4	3.9	5.6
	16 kHz	I _r [A]	1.2	1.6	2.5	3.6
Max. permissible output current for 60 s at a chopper frequency of of	2 kHz	I _{max} [A]	2.7	3.6	5.9	8.4
	4 kHz					
	8 kHz	I _{max} [A]	2.7	3.6	5.9	8.4
	16 kHz	I _{max} [A]	1.8	2.4	3.8	5.5
Output voltage						
	Without mains choke	U _M [V]	3~ 0...U _{mains} [V] 650 Hz			
	With mains choke	U _M [V]	3~ 0...approx. 94% U _{mains} / 0...650 Hz			
Power loss (operation at I _r at 8 kHz)	P _{loss} [W]	50	60	100	130	
Mains choke required	Type	-	-	-	E82ZZL22234B	
Dimensions	HxWxD [mm]	180 x 60 x 140		240 x 60 x 140		
Weight	m [kg]	1.2		1.6		

Рис. 2.27. Технічні характеристики Lenze 8200 Vector.

Type key

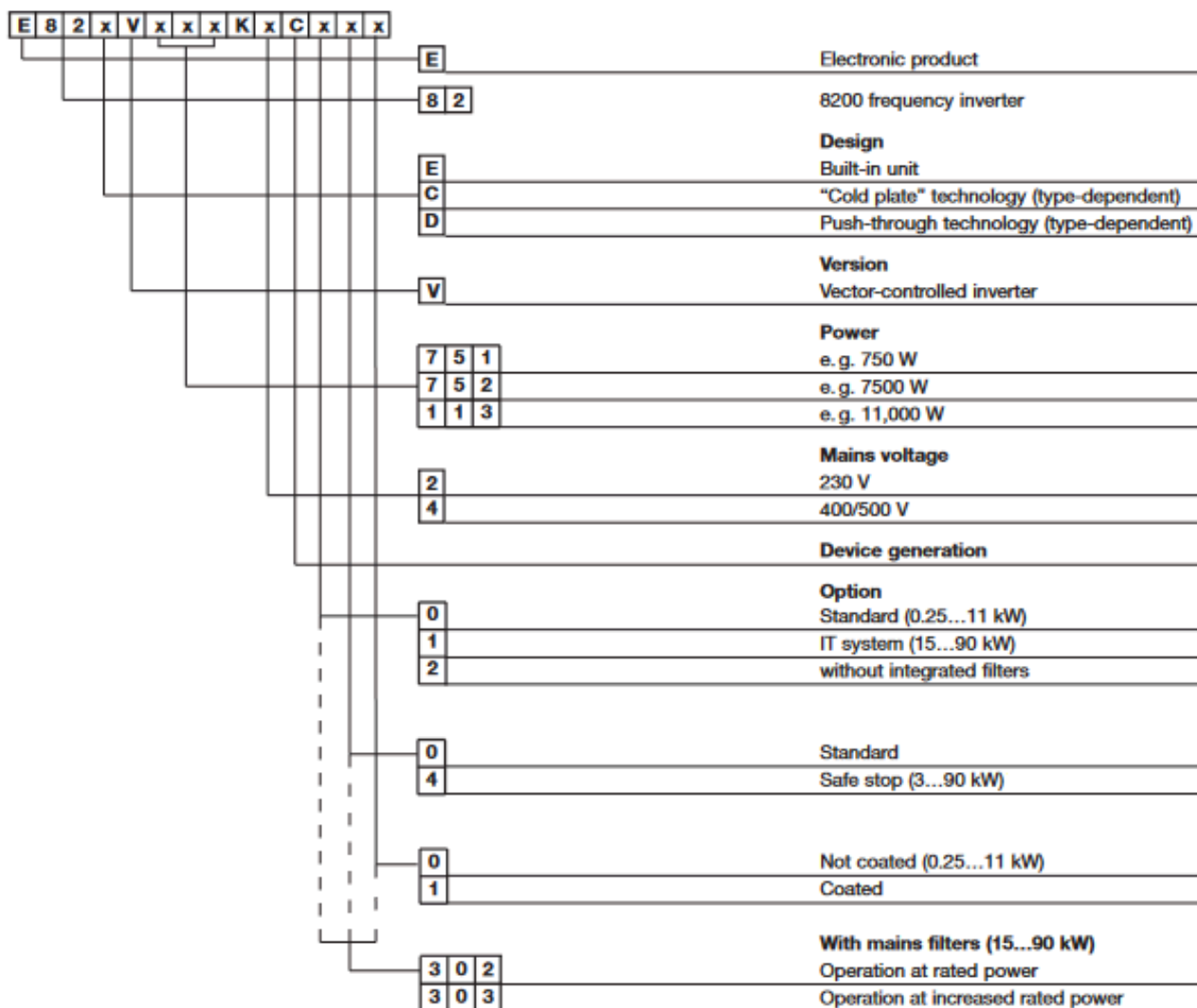
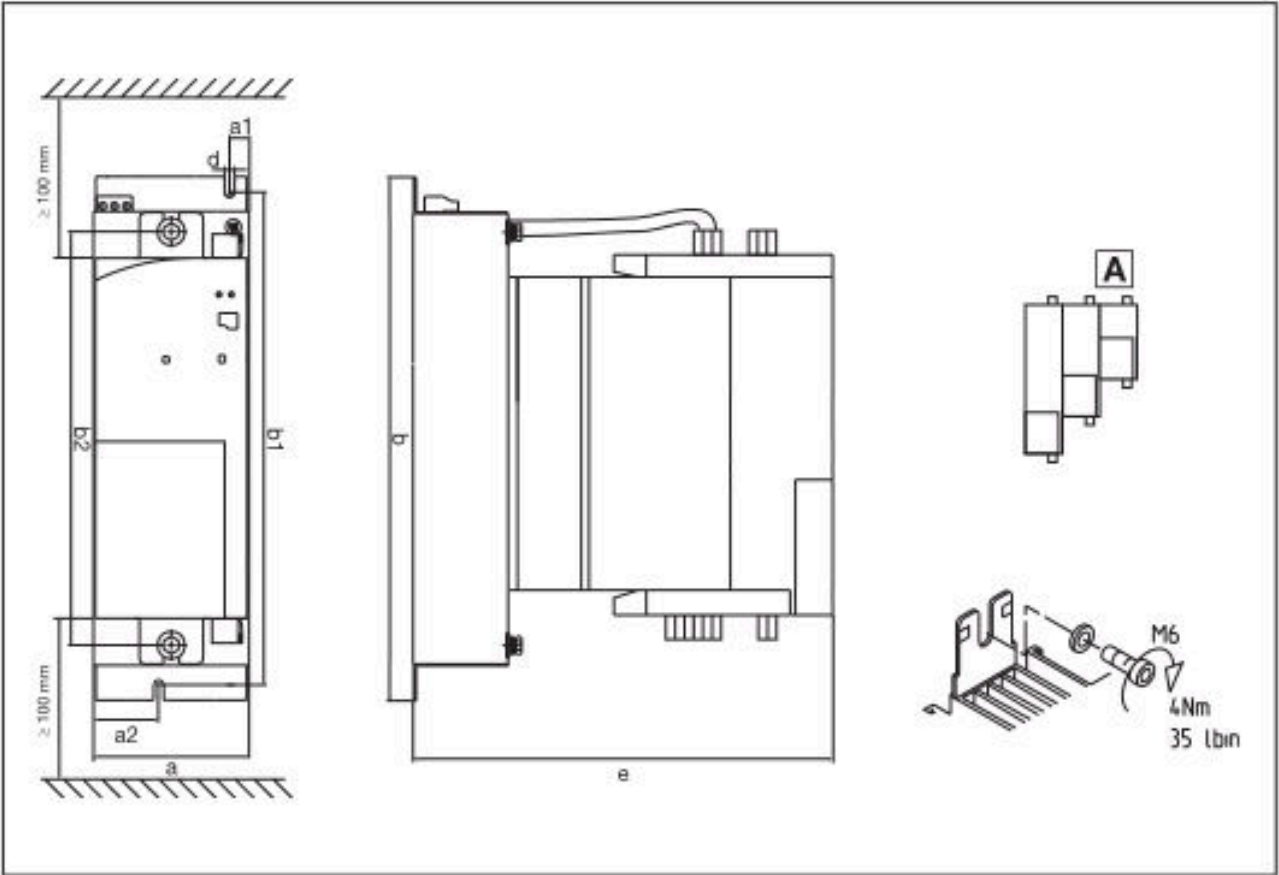


Рис. 2.28. Вибір Lenze 8200 Vector.

Standard mounting - 8200 vector 0.25 ... 2.2 kW with substructure RFI filters



Schematic sketch: Representation without shield connection of motor and control cable.

8200 vector	Dimensions [mm]							
Type	a	a1	a2	b	b1	b2	d	e
E82EV251K2C200 E82EV371K2C200	60	10	25	217	197	135	6.5	170
E82EV551KxC200 E82EV751KxC200				277	247	195		180
E82EV152KxC200 E82EV222KxC200				337	317	255		180

Рис. 2.29. Розміри Lenze 8200 Vector.

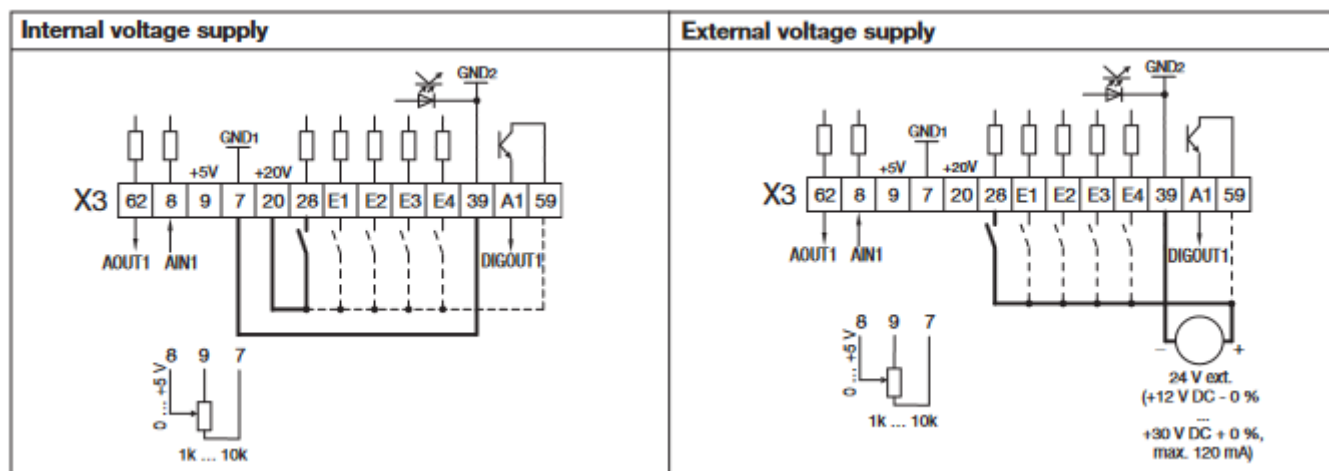


Рис. 2.30. Контакти Lenze 8200 Vector.

Rotational speed control with a 3-wire sensor.

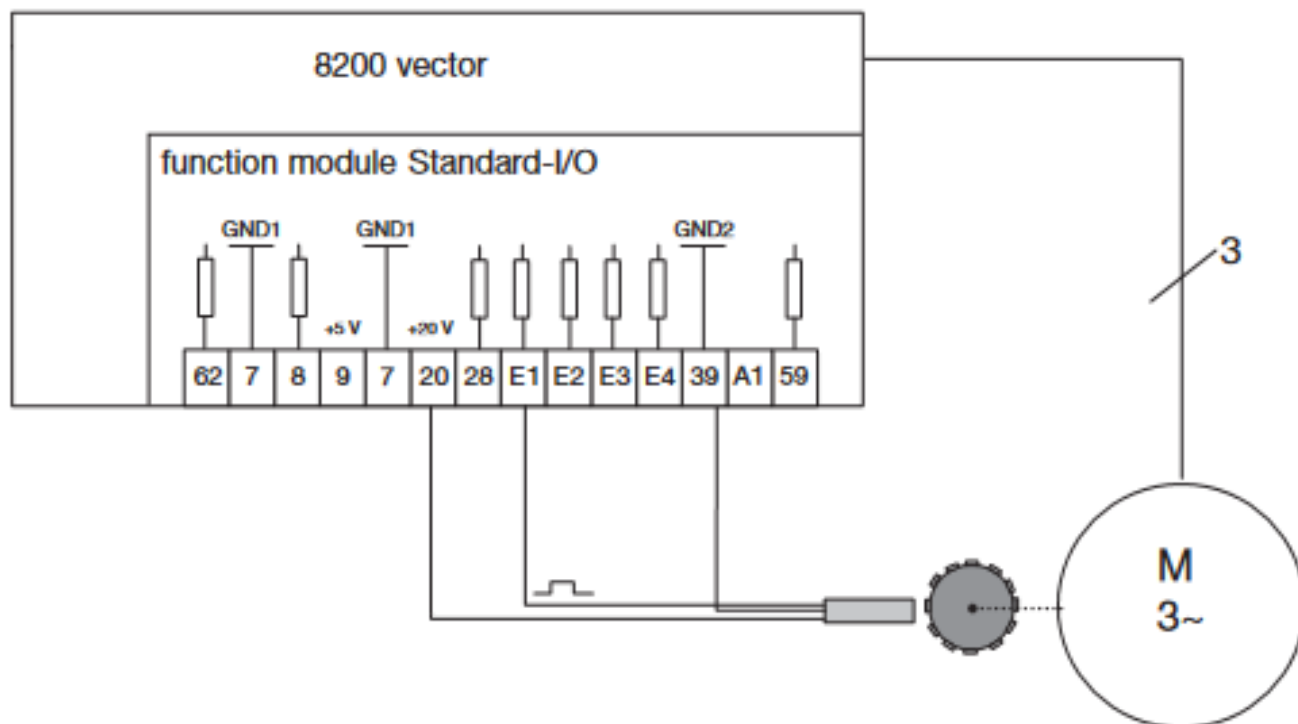


Рис. 2.31. Підключення датчика швидкості до Lenze 8200 Vector.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

38

2.2. Схема автоматизації

Вимір та контроль температури в зонах КДА здійснюється датчиками (поз. 2а-4а).

Вимір температури нагріву соку в теплообміннику здійснюється датчиком (поз. 1а) та регулювання відбувається через електропневматичний перетворювач (поз. 1б), що формує пневматичний регулюючий сигнал, що подається на пневматичний клапан (поз. 1в), який регулює подачу пари в теплообмінник.

Вимір та контроль різниці тисків на ситах ошпарювача та КДА здійснюється датчиками (поз. 5а-6а).

Витрати води та соку вимірюються електромагнітними витратомірами (поз. 7а-9а) та регулюється частотними перетворювачами (поз. 7б-9б), що управляють двигунами насосів (поз. М1-М3).

Визначення кількості обертів двигунів (поз. М4-М5) здійснюється індуктивними датчиками (поз. 10а-11а), та регулюється частотними перетворювачами (поз. 10б-11б), що управляють двигунами.

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1. Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ п/п	№ поз. за схе- мою	Місце вста- нов- лення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К- сть	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	1а-4а	по місцю	Термометр опору Pt100 з уніфікованим вихідним сигналом 4- 20мА, напруга живлення 24 В DC, діапазон вимірювань -50...+250 °С	MWD-G 8 G15 A 2 G B 0	4	WIKА, Німеччина
2	1б	на щиті	Перетворювач електропневматичний для перетворення аналогового сигналу постійного струму: 4-20 мА в уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа. Рживл.=140 кПа.	Samson 6111	1	Samson, Німеччина
3	1в	по місцю	Пневматичний виконавчий механізм, Ржив. = 140 кПа, Рвих. = 20-100 кПа.	ADCATrol PV.16G.11 L100. P1D15	1	Valsteam ADCA, Португалія
4	5а-6а	по місцю	Вимірювач диференційного тиску, уніфікований аналоговий сигнал 4- 20 мА, напруга живлення 24 В DC	ПД-200ДД 2,0-155-0,1- 2-Н	2	ОВЕН, м. Харків
5	7а-9а	по місцю	Електромагнітний витратомір, уніфікований аналоговий сигнал 4- 20 мА, напруга живлення 24 В DC	ASAMAG	3	ASA, Італія
6	7б-9б	на щиті	Частотний перетворювач потужність 11кВт, напруга живлення 380В.	E82EV113 K4C	3	ВОЛЬТ ЕЛЕКТРО м. Рівне

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
7	10а-11а	по місцю	Індуктивний датчик швидкості, напруга живлення 24 DC.	Autonics PR30-15DP	2	СВ «Альтера» м. Київ
8	10б-11б	на щиті	Частотний перетворювач потужність 90 кВт, напруга живлення 380В.	E82EV903 K4B3	2	ВОЛЬТ ЕЛЕКТРО м. Рівне
9	M1-M3	по місцю	Насос з трьохфазним асинхронним двигуном, потужність 5.5 кВт, напруга живлення 380 В.	Grundfos TP 150-110/6	3	Насос-Монтаж м. Київ
10	M4-M5	по місцю	Трьохфазний асинхронний двигун, потужність 75кВт, напруга живлення 380В.	AIP280M8	2	ООО "Системакс" м. Київ

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

3.1. Проектування промислового логічного контролера (ПЛК)

В системі автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу застосовується ПЛК Schneider Electric M340.

Задіяні модулі в ПЛК Schneider Electric M340 вказані в таблиці 3.1 та їхня конфігурація на рис. 3.1.

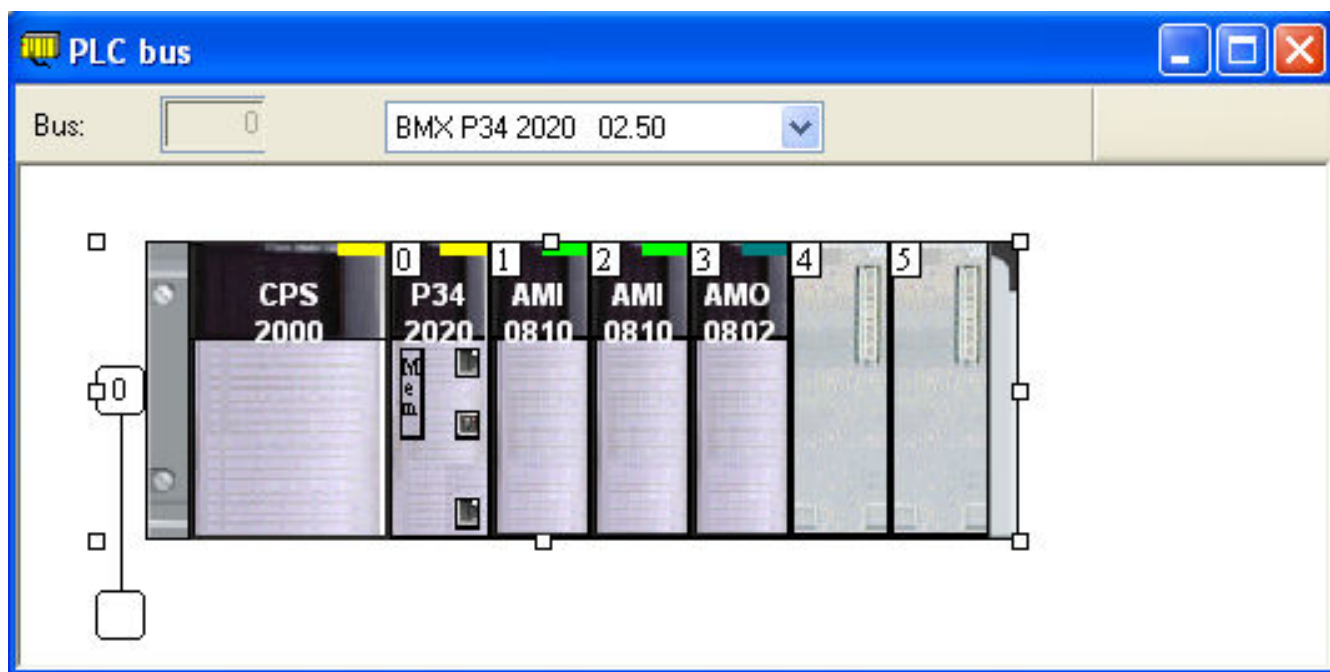


Рис. 3.1. Конфігурація модулів ПЛК M340.

					Кваліфікаційна робота					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу			Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Саган Б.О.								
Керівник		Романов М.С.							42	7
								НУХТ ЗАК-3-1ск		
Зав. каф.		Смітюх Я.В.								
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.								

Таблиця 3.1. Вибір модулів для ПЛК

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
BMX P34 2020	1	Модуль процесора Schneider Electric Modicon M340.
BMX CPS 2000	1	Модуль блоку живлення ПЛК
BMX AMI 0810	2	Модуль на 8 аналогових входів
BMX AMO 0802	1	Модуль на 8 аналогових виходів

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

В системі автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу на принциповій електричній схемі автоматичного регулювання вказані такі елементи:

- QF1-QF10 – автоматичні вимикачі з задіяних в них захистом від короткого замикання;
- БЖ – блок живлення постійної напруги 24 В.

В системі автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу на принциповій електричній схемі автоматичного регулювання вказана нумерація провідників:

- 800-840 – провід з змінною напругою;
- 900-905 – провід з постійною напругою;
- 100-113 – провід з вимірювальним сигналом;
- 200-211 – провід з сигналом регулювання та управління;
- 0800 – провід з сигналом пневматичного живлення;
- 0200 – провід з сигналами пневматичного управління.

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

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання температури нагріву дифузійного соку в теплообміннику

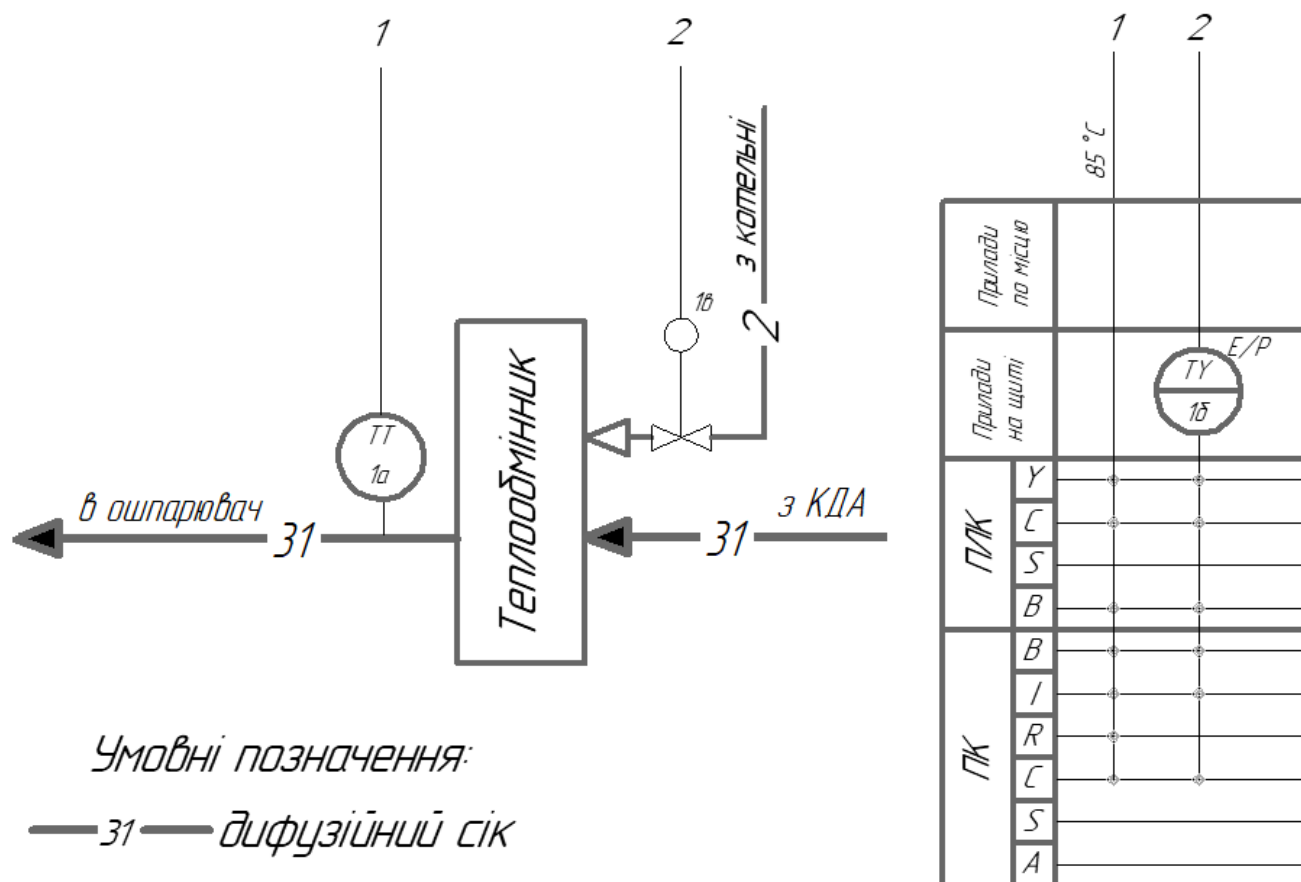


Рис. 3.2. Схема автоматизації контуру регулювання температури нагріву дифузійного соку в теплообміннику.

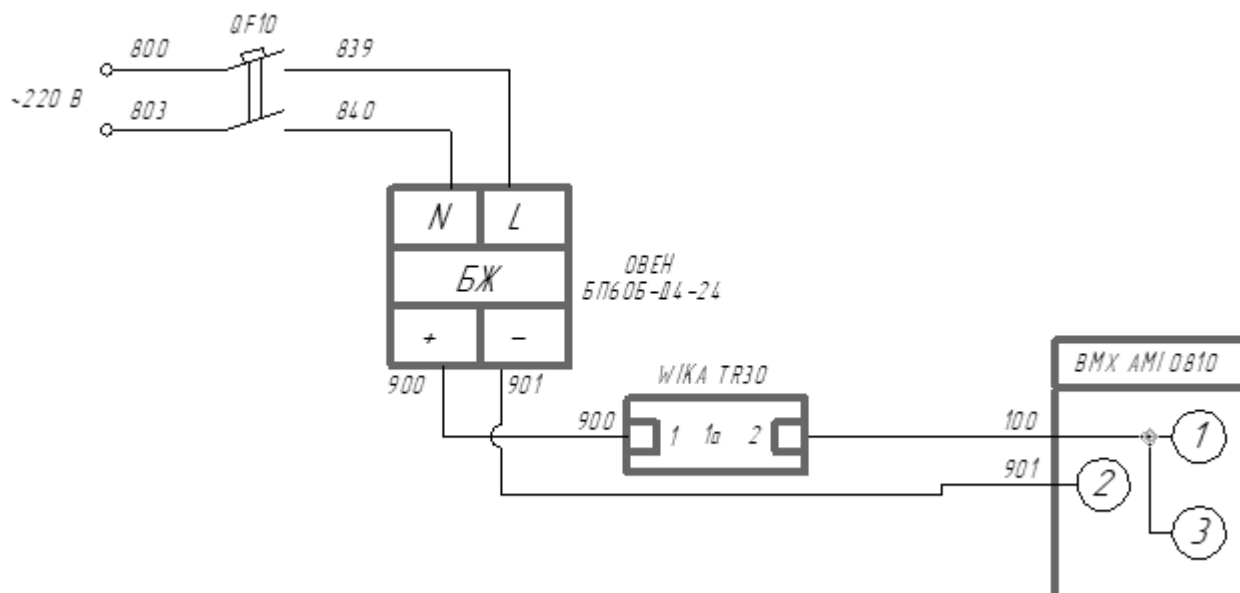


Рис. 3.3 Схема підключення WIKA TR30 до BMX AMI 0810.

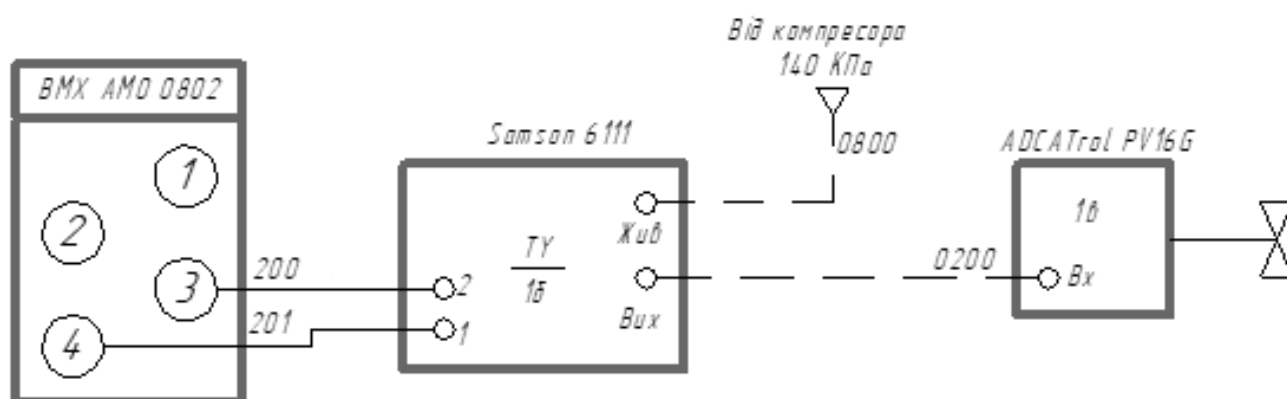


Рис. 3.4. Схема підключення Samson 6111 до BMX AMO 0802.

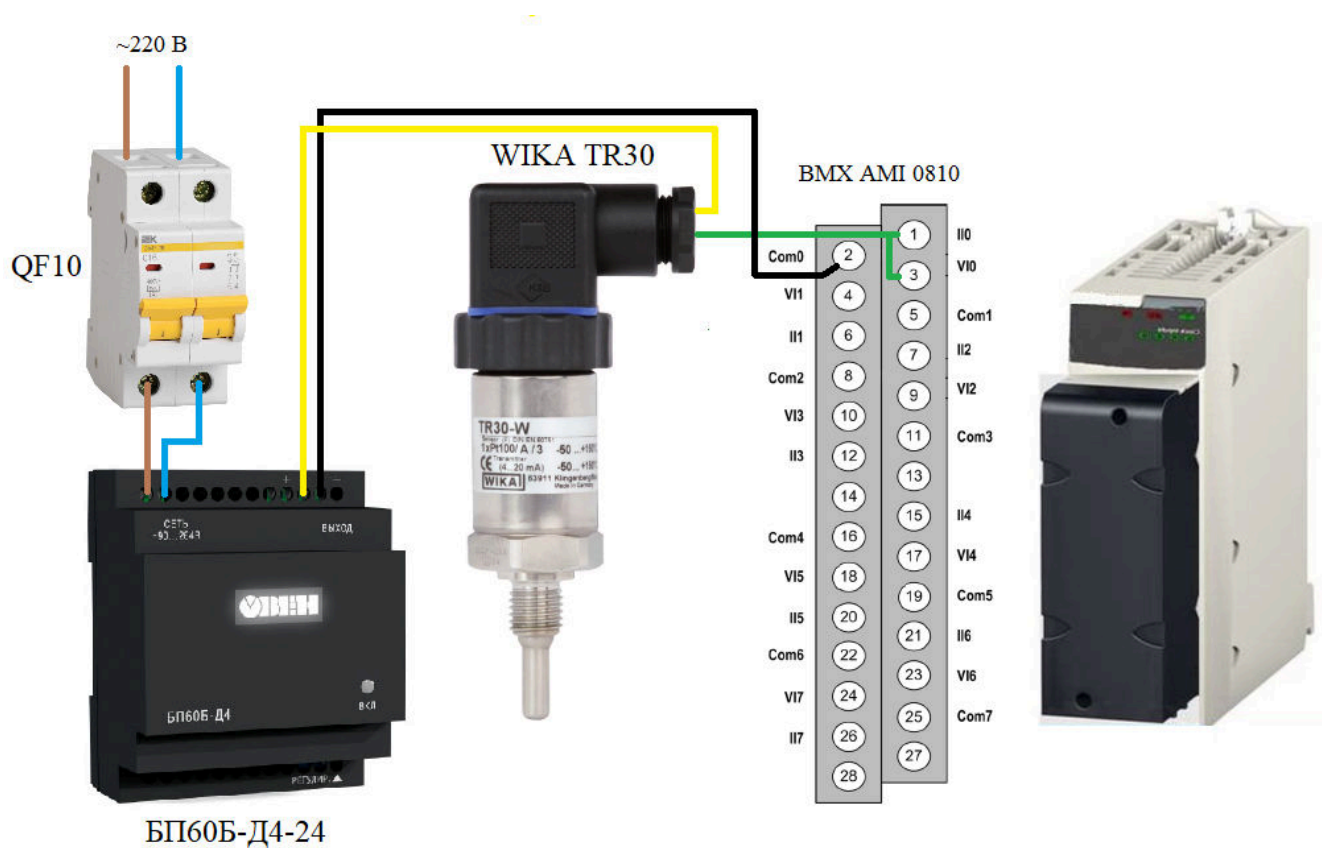


Рис. 3.5. Графічна схема підключення WIKA TR30 до BMX AMI 0810.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

47

BMX AMO 0802

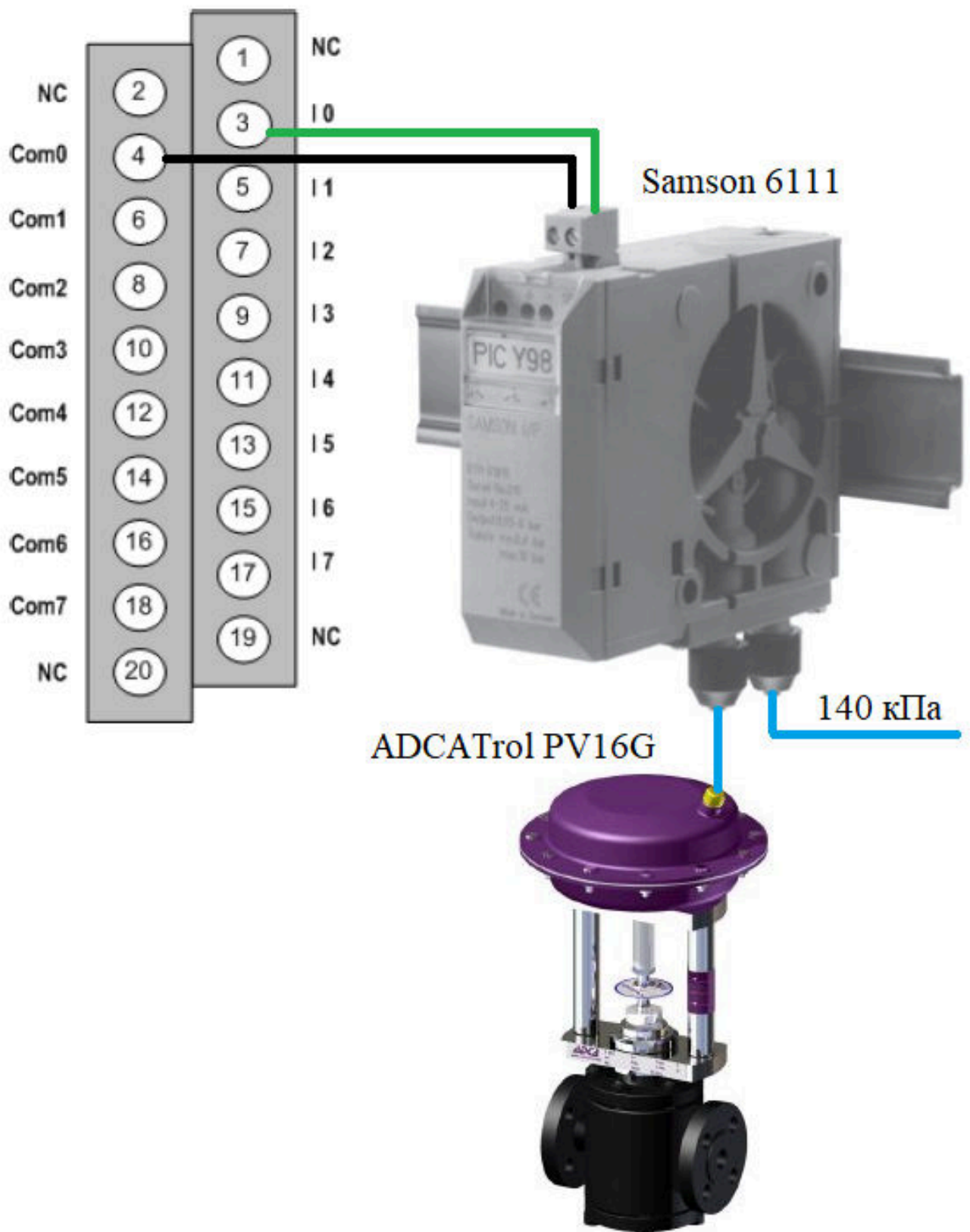


Рис. 3.6. Графічна схема підключення Samson 6111 до BMX AMO 0802.

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

В системі автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу для виміру температури застосовується термометр опору WKA TR30 (рис. 4.1). [4]



Рис. 4.1. WKA TR30.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Саган Б.О.			Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу	Лім.	Арк.	Аркушів
Керівник		Романов М.С.					49	4
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ ЗАК-3-1ск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Specifications

Thermometer with direct sensor output with Pt100 output signal, model TR30-P	
Temperature range	
■ Class A	Without neck tube -30 ... +150 °C (-22 ... +302 °F) With neck tube -30 ... +250 °C (-22 ... +482 °F)
■ Class B	Without neck tube -50 ... +150 °C (-58 ... +302 °F) With neck tube -50 ... +250 °C (-58 ... +482 °F)
Measuring element (measuring current: 0.1 ... 1.0 mA)	Pt100 measuring resistor
Connection method	■ 2-wire ■ 3-wire ■ 4-wire
Measuring element tolerance value per IEC 60751	■ Class B ■ Class A
Electrical connection	■ M12 x 1 circular connector (4-pin) ■ DIN angular connector form A for cables with Ø 6 ... 8 mm, cross section max. 1.5 mm ²
Explosion protection (option)	Intrinsically safe to Ex i gas/dust

For detailed specifications for Pt sensors, see Technical information IN 00.17 at www.wika.com.

Thermometer with transmitter and 4 ... 20 mA output signal, model TR30-W	
Temperature range ¹⁾	
■ Class A	Without neck tube -30 ... +150 °C (-22 ... +302 °F) With neck tube -30 ... +250 °C (-22 ... +482 °F)
■ Class B	Without neck tube -50 ... +150 °C (-58 ... +302 °F) With neck tube -50 ... +250 °C (-58 ... +482 °F)
Measuring element (measuring current: 0.5 mA)	Pt100 measuring resistor
Tolerance value of the measuring element ¹⁾ per IEC 60751	■ Class B ■ Class A
Measuring span	Minimum 20 K, maximum 300 K
Basic configuration	Measuring range 0 ... 150 °C, other measuring ranges are adjustable
Analogue output	4 ... 20 mA, 2-wire
Measuring deviation per IEC 60770, 23 °C ±5 K	1 % (Transmitter) ²⁾
Linearisation	Linear to temperature per IEC 60751
Linearisation error	±0.1 % ³⁾
Switch-on delay, electrical	< 10 ms
Current signal for fault signal	Configurable in accordance with NAMUR NE43 downscale ≤ 3.6 mA upscale ≥ 21.0 mA
Sensor short-circuit	Not configurable, generally NAMUR downscale ≤ 3.6 mA
Load R_A	$R_A \leq (U_B - 9 \text{ V}) / 0.023 \text{ A}$ with R _A in Ω and U _B in V
Effect of load	±0.05 % / 100 Ω
Power supply U_B	DC 10 ... 35 V
Max. permissible residual ripple	10 % at 24 V / maximum 300 Ω load
Power supply input	Protected against reverse polarity
Power supply effect	±0.025 % / V
Electromagnetic compatibility (EMC)	EN 61326 emission (group 1, class B) and interference immunity (industrial application) ⁴⁾ , and also per NAMUR NE21
Temperature units	Configurable °C, °F, K
Info data	TAG No., descriptor and message can be stored in transmitter
Configuration and calibration data	Permanently stored in EEPROM
Electrical connection	■ M12 x 1, 4-pin circular connector ■ DIN angular connector form A for cables with Ø 6 ... 8 mm, cross section max. 1.5 mm ²
Explosion protection (option)	Intrinsically safe to Ex i gas/dust Safety-related maximum values for the current loop (+ and - connections): U _i = DC 30 V C _i = 6.2 nF I _i = 120 mA L _i = 110 µH P _i = 800 mW

Readings in % refer to the measuring span

For a correct determination of the overall measuring error, both sensor and transmitter measuring deviations have to be considered.

1) The temperature transmitter should therefore be protected from temperatures over 85 °C (185 °F)

2) For measuring spans smaller than 50 K additional 0.1 K

3) ±0.2 % for measuring ranges with a lower limit less than 0 °C (32 °F)

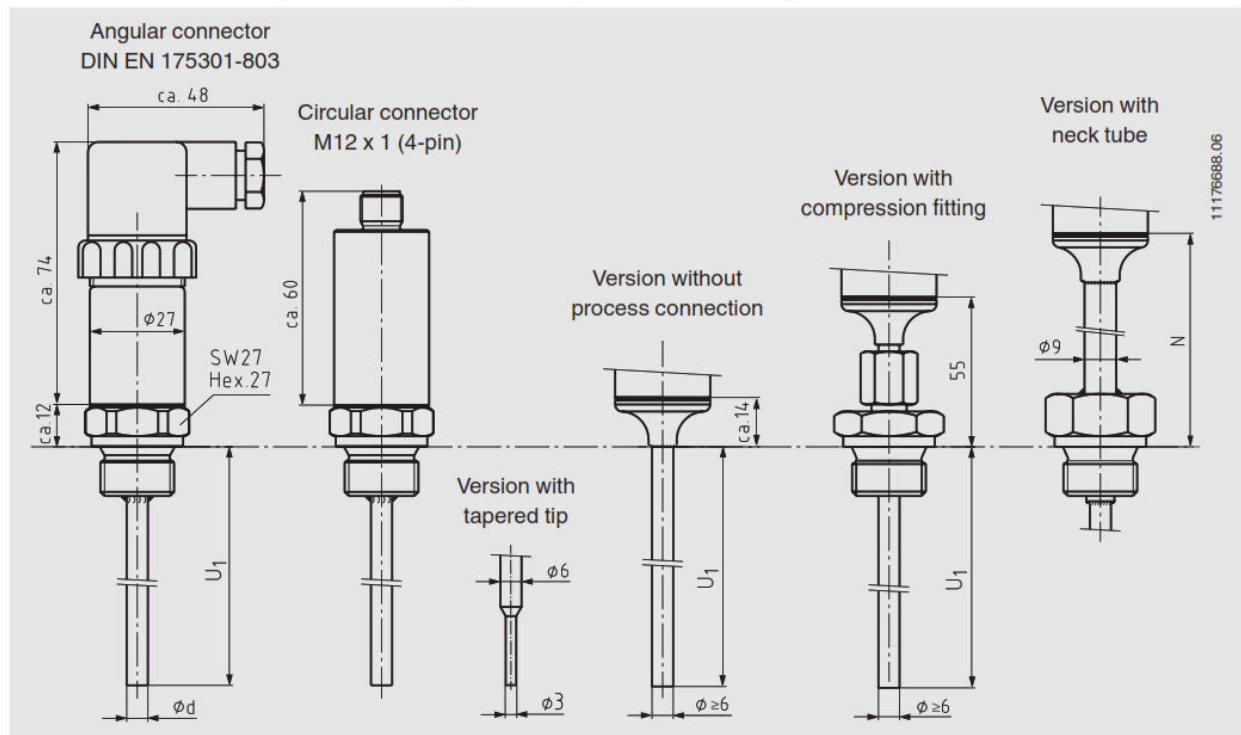
4) Use resistance thermometers with shielded cable, and ground the shield on at least one end of the lead, if the lines are longer than 30 m or leave the building.

Рис. 4.2. Специфікація WIKA TR30.

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

Dimensions in mm

Process connection with parallel threads (or without process connection)



Process connection with tapered threads

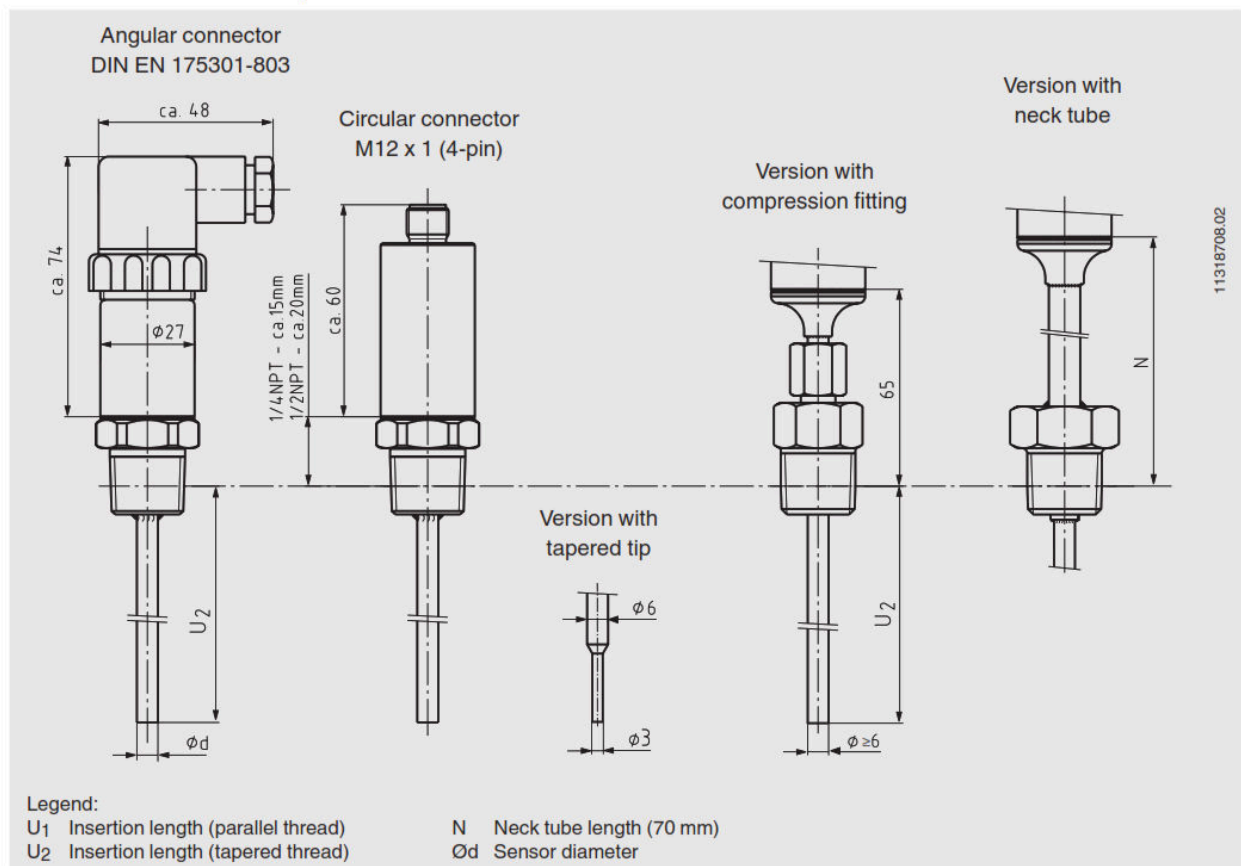
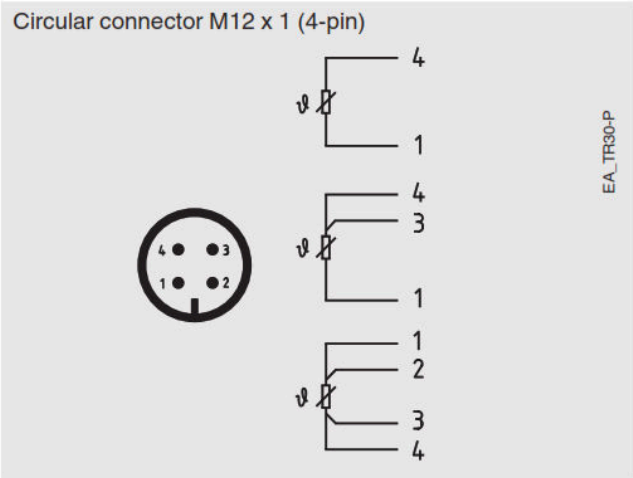
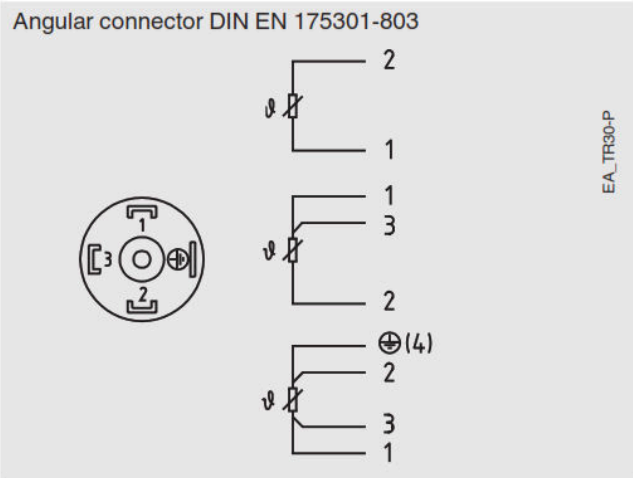


Рис. 4.3. Розміри WKA TR30.

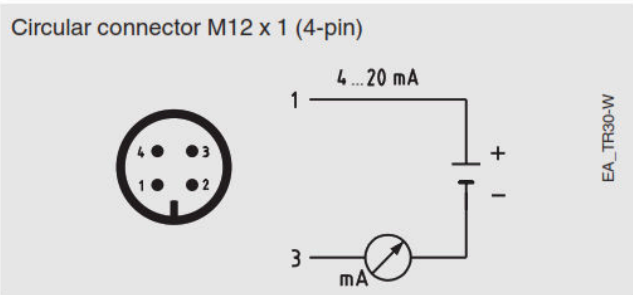
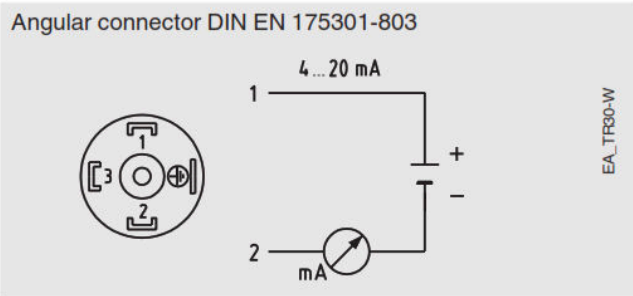
					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Electrical connection

■ Output signal Pt100, model TR30-P



■ Output signal 4 ... 20 mA, model TR30-W



Load diagram for model TR30-W

The permissible load depends on the loop supply voltage.

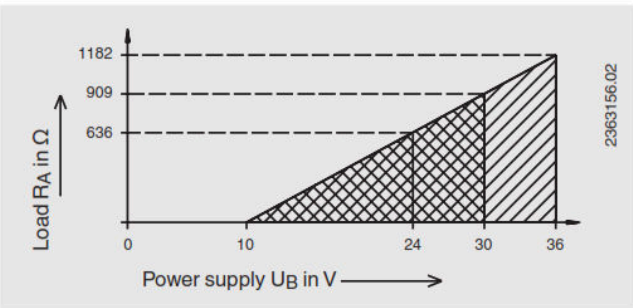
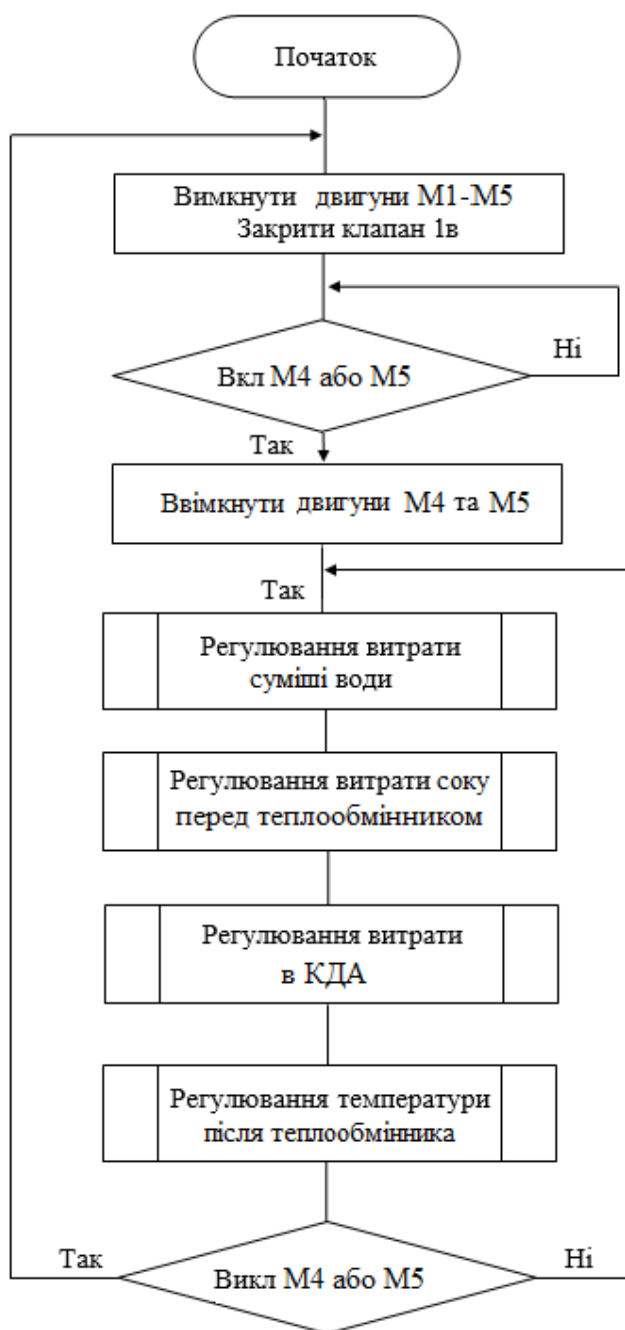


Рис. 4.4. Розміри WІКА TR30.

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

Процес дифузії в дифузійному відділенні цукрового заводу виконується за наступним алгоритмом:



					Кваліфікаційна робота					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу			Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Саган Б.О.								
Керівник		Романов М.С.							53	3
								НУХТ ЗАК-3-1ск		
Зав. каф.		Смітюх Я.В.								
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.								

Змінні використані при написі програми в ПЛК вказано в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Таблиця зовнішніх змінних ПЛК.

Ім'я змінної	Адреса	Найменування
Tsk	%IW0.1.0	Температура нагрітого дифузійного соку
Tvr	%IW0.1.1	Температура верху КДА
Tsr	%IW0.1.2	Температура середини КДА
Tnz	%IW0.1.3	Температура низу КДА
Po	%IW0.1.4	Тиск на ситах ошпарювача
Pkda	%IW0.1.5	Тиск на ситах КДА
Fo	%IW0.2.0	Витрата з ошпарювача
Ftp	%IW0.2.1	Витрата соку в теплообмінник
Fv	%IW0.2.2	Витрата суміші води
KLP1v	%QW0.3.0	Клапан 1в
NasM1	%QW0.3.1	Насос M1
NasM2	%QW0.3.2	Насос M2
NasM3	%QW0.3.3	Насос M3
DvM4	%QW0.3.4	Двигун M4
DvM5	%QW0.3.5	Двигун M5

Програма для процесу дифузії в дифузійному відділенні цукрового заводу
написана на мові програмування ST (Structured Text):

!%L1: (*Старт процесу*)

REPEAT

KLP1v:=0;

NasM1:=0;

NasM2:=0;

NasM3:=0;

DvM4:=0;

DvM5:=0;

UNTIL (NOT %M1)

END_REPEAT;

IF (%M1 OR %M2) THEN (*Вкл. насос M4 чи M5*)

DvM4:=300;

DvM5:=100;

END_IF;

REPEAT

PID(' ',' ', F_{sxd}, KLP1, %M3, %MW1:43);

PID(' ',' ', F_o, NasM1, %M4, %MW50:43);

PID(' ',' ', F_{tp}, NasM2, %M5, %MW100:43);

PID(' ',' ', F_v, NasM3, %M6, %MW150:43);

UNTIL (NOT %M1 OR NOT %M2)

END_REPEAT;

JMP %L1;

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

Мнемосхема процесу дифузії в дифузійному відділенні цукрового заводу створена в Citect SCADA 2015. В таблиці 6.1 представлено опис змінних, що задіяні в процесі розробки мнемосхеми.

Таблиця 6.1. Змінні та їх параметри.

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
Tsk	%IW0.1.0	0	10000	-50	250	INT
Tvr	%IW0.1.1	0	10000	-50	250	INT
Tsr	%IW0.1.2	0	10000	-50	250	INT
Tnz	%IW0.1.3	0	10000	-50	250	INT
Po	%IW0.1.4	0	10000	0	2	INT
Pkda	%IW0.1.5	0	10000	0	2	INT
Fo	%IW0.2.0	0	10000	0	720	INT
Ftp	%IW0.2.1	0	10000	0	720	INT
Fv	%IW0.2.2	0	10000	0	720	INT
KLP1v	%QW0.3.0	0	10000	0	100	INT
NasM1	%QW0.3.1	0	10000	0	3000	INT
NasM2	%QW0.3.2	0	10000	0	3000	INT
NasM3	%QW0.3.3	0	10000	0	3000	INT
DvM4	%QW0.3.4	0	10000	0	1000	INT
DvM5	%QW0.3.5	0	10000	0	1000	INT

					Кваліфікаційна робота							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу			Літ.	Арк.	Аркушів		
Розроб.		Саган Б.О.									56	2
Керівник		Романов М.С.						НУХТ ЗАК-3-1ск				
Зав. каф.		Смітюх Я.В.										
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.										

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема процесу дифузії в дифузійному відділенні цукрового заводу дозволяє оператору спостерігати за оперативною інформацією технологічного процесу та технологічних змінних з АРМ оператора – автоматизованого робочого місця, при необхідності можливо вносити управляючу дію для клапанів, двигунів та насосів вручну.

Вигляд мнемосхеми процесу дифузії в дифузійному відділенні цукрового заводу вказано на рис. 6.2.

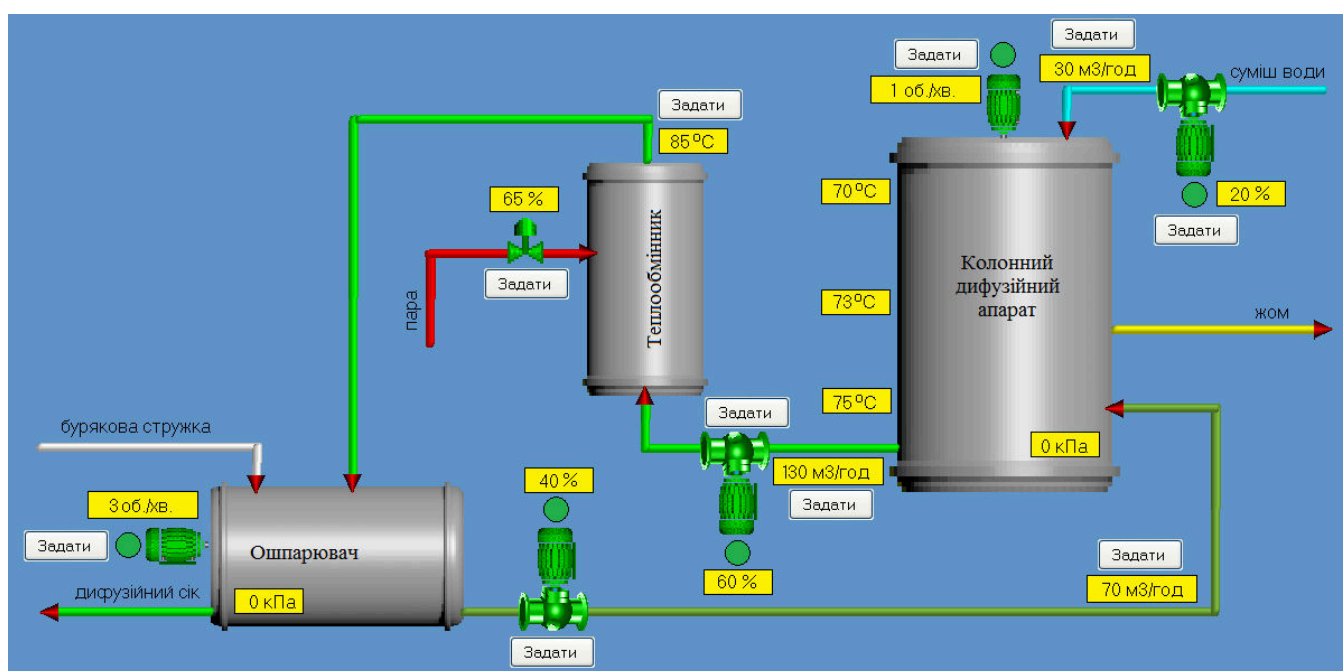


Рис. 6.2. Мнемосхема процесу дифузії в дифузійному відділенні цукрового заводу.

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

7.1. Постановка задачі дослідження

Для регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику під час процесу дифузії в дифузійному відділенні цукрового заводу треба визначити ОПН (оптимальні параметри налаштування) ПІ-регулятора (рис. 7.1).

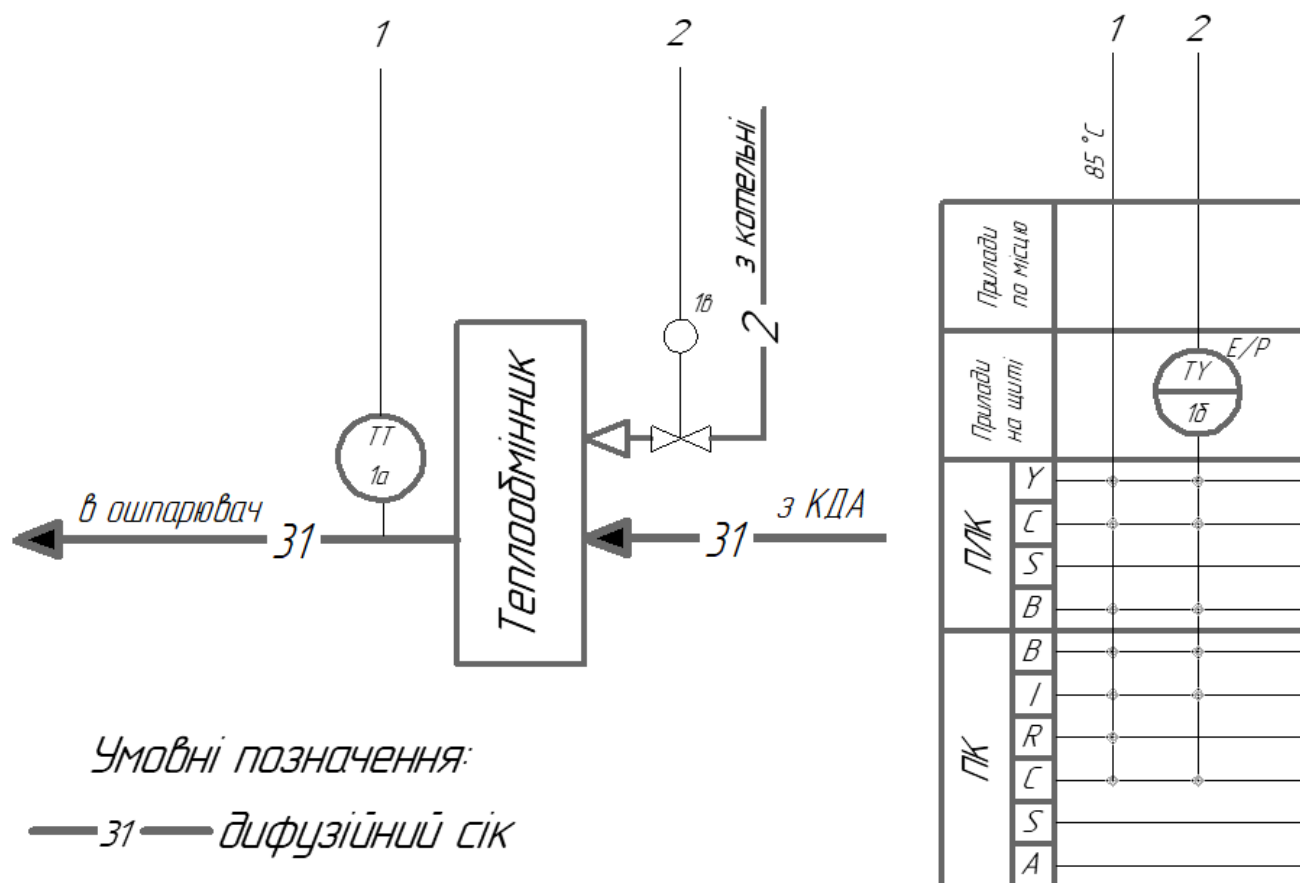


Рис. 7.1. Схема регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику.

Постановка задачі комп'ютерного моделювання: визначити ОПН ПІ-регулятора для регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику.

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Саган Б.О.				Розробка системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу	Літ.	Арк.
Керівник	Романов М.С.						Аркушів
							58
Зав. каф.	Смітюх Я.В.					НУХТ ЗАК-3-1ск	
Секр. ЕК	Проскурка Є.С.						
							5

7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

На рис. 7.2 представлено параметричну схему регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику та обрані входні та вихідні канали.



Рис. 7.2. Параметрична схема по каналу регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику.

$z(t)$ – початкова температура дифузійного соку, °C, T_{pdfsk} (рис. 7.3); витрата дифузійного соку, м³/год, F_{dfsk} (рис. 7.3);

$u(t)$ – клапан подачі пари, % ходу регулюючого органу (%X.P.O.), U_{klp} (рис. 7.3);

$y(t)$ – температура дифузійного соку після теплообмінника, T_{dfsk} °C.

Модель по каналу регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику виконана з ланки запізнення та аперіодичної ланки (рис. 7.3):

- аперіодична ланка:

$$W_1(s) = \frac{k}{Ts + 1}$$

- ланка запізнювання:

$$W_4(s) = e^{\tau_{zp}s}$$

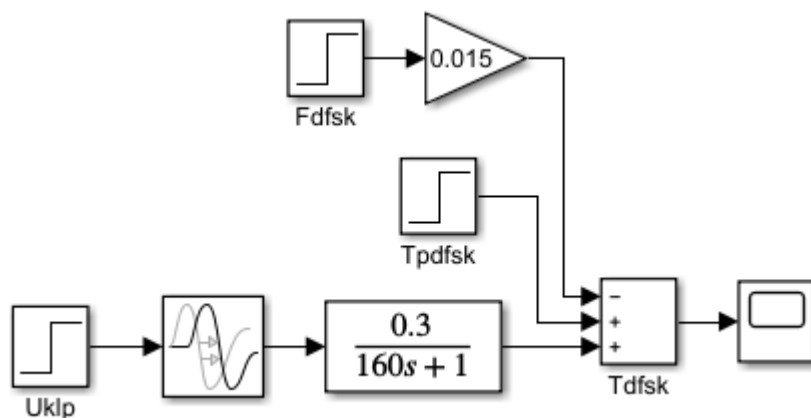


Рис. 7.3. Модель по каналу регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику

7.3. Моделювання САР

Вибираємо метод для визначення ОПН ПІ-регулятора – процес з мінімальним часом регулювання, з таблиці [9]:

Закон регулювання	Критерій		
	Процес з мінімальним часом регулювання	Процес з 20% пере регулюванням та мінімальним часом першого півперіоду коливаний	Процес з мінімальною інтегрально-квадратичною оцінкою
I	$k_{p1} = \frac{1}{4.5 k_{об} T}$	$k_{p1} = \frac{1}{1.7 k_{об} T}$	$k_{p1} = \frac{1}{1.7 k_{об} T}$
П	$k_p = \frac{0.3 T}{k_{об} \tau}$	$k_p = \frac{0.9 T}{k_{об} \tau}$	$k_p = \frac{0.7 T}{k_{об} \tau}$
ПІ	$k_p = \frac{0.6 T}{k_{об} \tau}$ $T_i = T$	$k_p = \frac{T}{k_{об} \tau}$ $T_i = T$	$k_p = \frac{0.7 T}{k_{об} \tau}$ $T_i = 0.7 T$
ПІД	$k_p = \frac{0.95 T}{k_{об} \tau}$ $T_i = 2.4 \tau$ $T_d = 0.4 \tau$	$k_p = \frac{1.4 T}{k_{об} \tau}$ $T_i = 1.3 \tau$ $T_d = 0.5 \tau$	$k_p = \frac{1.2 T}{k_{об} \tau}$ $T_i = 2 \tau$ $T_d = 0.4 \tau$

Наступним чином розраховуємо ОПН ПІ-регулятора:

$$k_{об} = 0,3; T = 160; \tau_{зп} = 15;$$

$$k_p = (0,6 * 160) / (0,3 * 15) = 21,3;$$

$$T_i = T_{об} = 160; k_i = k_p / T_i = 21,3 / 160 = 0,13.$$

Підставляємо в модель розраховані ОПН ПІ-регулятора (рис. 7.4).

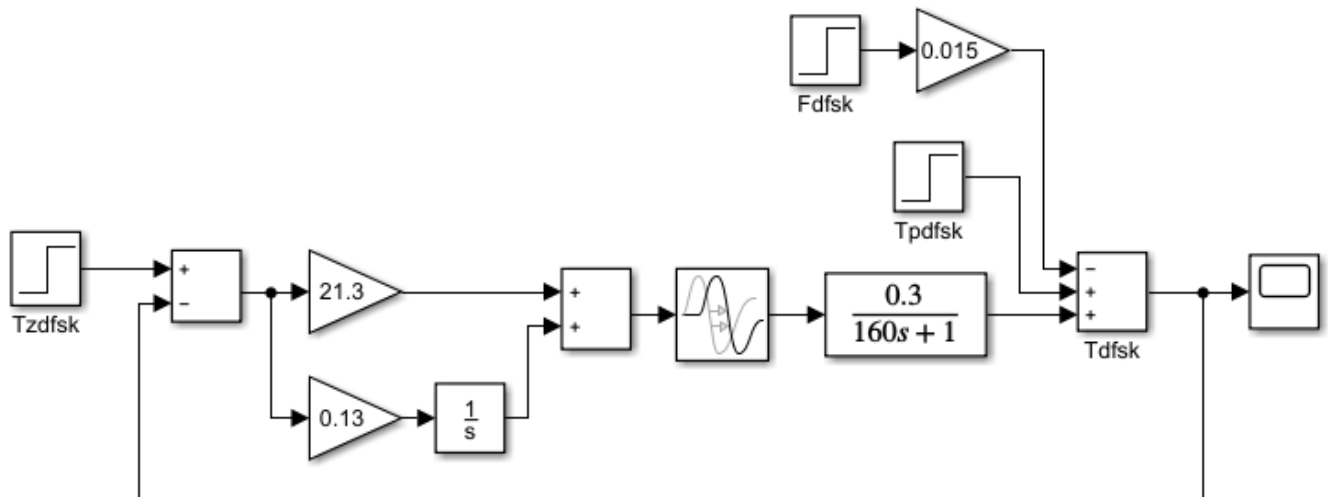


Рис. 7.4. Модель по каналу регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику з ПІ-регулятором.

Перехідний процес по каналу регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику з ПІ-регулятором представлено на рис. 7.5.

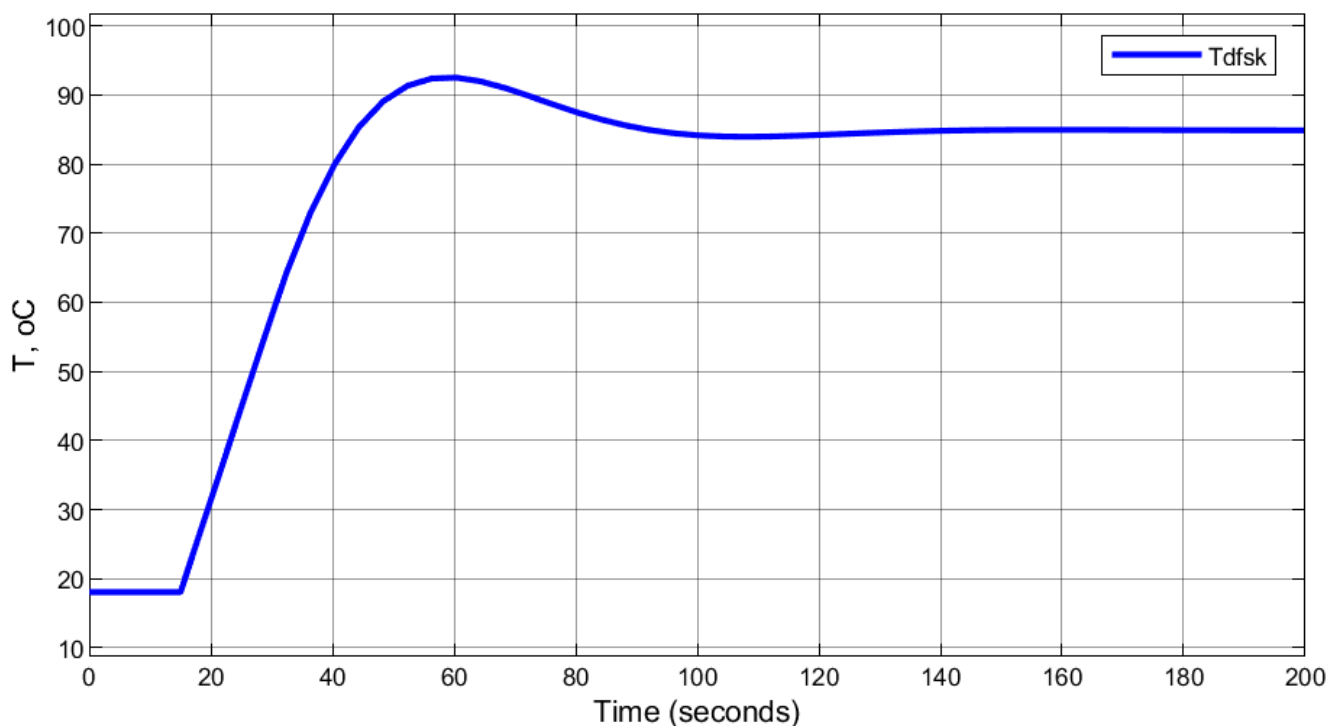


Рис. 7.5. Перехідний процес по каналу регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику з ПІ-регулятором.

7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків

Комп'ютерне моделювання для системи автоматичного регулювання (САР) по каналу регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику дозволило знайти ОПН ПІ-регулятора з мінімальним часом регулювання:

- отриманий коефіцієнта підсилення – $k_p = 6,3$;
- отриманий час інтегрування – $T_i = 160$;
- отриманий коефіцієнта інтегрування – $k_i = 0,13$.

Час перехідного процесу регулювання складає – 160 сек.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В кваліфікаційній роботі приведено розробку системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу з використанням ПЛК та технічних засобів автоматизації новітніх моделей.

В системі автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу використаний ПЛК Schneider Electric M340.

Citect SCADA 2015 використано для розробки дисплейної мнемосхеми дифузійного відділення цукрового заводу для функціонування автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора.

Також виконано комп'ютерне моделювання для визначення ОПН ПІ-регулятора для регулювання температури дифузійного соку в теплообміннику.

Використання ПЛК та технічних засобів автоматизації новітніх моделей під час розробки системи автоматизації дифузійного відділення цукрового заводу дозволило зменшити витрати енергоресурсів на процес дифузії та збільшити прибутковість виробництва.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Получение диффузионного сока. URL:
<https://msd.com.ua/tehnologiya-pishhevyx-proizvodstv/poluchenie-diffuzionnogo-soka/>
2. ПД200. Преобразователь давления измерительный. URL:
https://owen.ua/uploads/68/re_pd200_2517.pdf
3. INSTRUCTION MANUAL FOR USE AND MAINTENANCE OF MICROPROCESSOR ELECTROMAGNETIC ASAMETERS ASAMAG. URL:
http://www.koda.ua/download/Rukovodstvo_po_ekspluatacii_ASAMAG.pdf
4. Resistance thermometer Model TR30, compact design. URL:
http://www.koda.ua/download/Tipovoy_list_TR30.pdf
5. System 6000. Electropneumatic Converters (Proportional Valves). Electronic Process Controllers. Signal Converters. URL:
<https://www.samsongroup.com/document/t60000en.pdf>
6. ADCATROL PNEUMATIC CONTROL VALVES PV16G. URL:
http://www.komexis.hu/Angolnyelv_ismertetok/Valsteam/3.Adcatrol%20Valves/IS%20PV16G.50%20E%2008.06%20%20PV16G%20Pneumatic%20control%20valves%20DN15-200.pdf
7. Датчик индуктивный PR30-15DP. URL:
http://www.svaltera.ua/upload/catalogs/DC3_en_EP-KE-07-0360G_101223.pdf
8. Lenze 8200 Vector. URL:
<https://inverterdrive.com/file/lenze-8200-technical-manual>
9. Автоматизація технологічних процесів та виробництв (Модуль 1) [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для студентів освітнього ступеня “Бакалавр” спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання // уклад.: Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць. – К.: НУХТ, 2016. – 29 с.
10. Трегуб В.Г. Проективання систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 11.Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2006. – 844 с.
- 12.Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 2 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2009. – 944 с.
- 13.Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
- 14.Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
- 15.Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
- 16.Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
- 17.Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.– К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
- 18.Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
- 19.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.
- 20.Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
- 21.Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
- 22.Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. 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.
24. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об’єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.
25. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
26. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
27. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
28. 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.
29. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об’єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
30. Трегуб В.Г. Автоматизація об’єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 31.Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
- 32.Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів: 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.
- 33.Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування): монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.
- 34.Методи сучасної теорії управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
- 35.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. – 274 с.
- 36.Системний аналіз складних систем управління. Практикум: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
- 37.Методи сучасної теорії управління: підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
- 38.Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
- 39.Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.
- 40.Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035

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

41. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.
42. Кишенько В.Д. Ідентифікація та моделювання об’єктів автоматизації: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп’ютерно- інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.
43. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп’ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.
44. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.
45. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.
46. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.
47. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.

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