

**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 процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗАК-5-1

Мозирко Максим Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Смітюх Ярослав Володимирович
(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 Сергій Грибков
(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 – 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

Мозирко Максиму Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину

керівник роботи к.т.н. доц. Смітюх Ярослав Володимирович

(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 Мозирко М.О.

(підпис)

Керівник роботи Смітюх Я.В.

(підпис)

Анотація

В кваліфікаційній роботі приводиться опис процесу розробки системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину.

В системі автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину був задіяний ПЛК Schneider Electric M340.

Приводиться опис монтажу технічного засобу автоматизації – радарного рівнеміра KOBOLD NRM.

Було задіяно Citect SCADA 2015 для розробки дисплейної мнемосхеми для АРМ (автоматизованого робочого місця) оператора.

Комп'ютерне моделювання проводилося для визначення оптимальних параметрів настройки ПІ-регулятора для регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі різними методами.

Ключові слова: маргарин, емульсія, охолодження, автоматизація, KOBOLD NRM.

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

Annotation

The qualification work describes the process of developing a system for automating the emulsion cooling process in the production of margarine.

Schneider Electric M340 PLC was used in the automation system of emulsion cooling during margarine production.

A description of the installation of the technical means of automation is provided – the KOBOLD NRM radar level gauge.

Citect SCADA 2015 was used to develop a display mnemonic for the operator's workstation.

Computer modeling was carried out to determine the optimal setting parameters of the PI controller for regulating the emulsion heating temperature in the mixer by various methods.

Keywords: margarine, emulsion, cooling, automation, KOBOLD NRM.

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

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.....	15
Розділ 2. Система автоматизації	16
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	16
2.2. Схема автоматизації.....	41
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	42
Розділ 3. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	44
3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	44
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	46
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	47
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів	50
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	56
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	61
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	61
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	62
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання	63
7.1. Постановка задачі дослідження.....	63
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.....	64
7.3. Моделювання САР.....	65
7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.....	70
Висновки	71
Список використаної літератури	72

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

Вступ

Процес підготовки та охолодження емульсії при виробництві маргарину впливає на подальші технологічні процеси для отримання в кінцевому результаті якісного маргарину.

Забезпечення оптимального проходження технологічного процесу охолодження емульсії дозволить зменшити витрати енергоресурсів та отримання заданих технологічних умов на даній стадії виробництва.

Метою кваліфікаційної роботи являється розробка системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину з використанням популярних технічних засобів автоматизації.

Використання популярних технічних засобів автоматизації при розробці системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину дозволить отримувати якісно охолоджену емульсію для подальшого процесу виробництва маргарину, що в свою чергу на даному етапі дозволить зменшити витрату енергоресурсів 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.

Технологія виробництва маргарину полягає в тому, що рідку емульсію маргаринову охолоджують і кристалізують в строго контрольованих умовах і отриманій пластичній масі надають необхідної форми товарного виду. Важливі показники якості готової продукції – це консистенція, ще діапазон пластичності, а також температура повного розплавлення – це визначається кристалічною структурою жирової основи.

Під час охолодження маргаринової емульсії відбувається процес кристалізації та рекристалізації з переходом менш стійких кристалічних форм через проміжні до стійких кристалічних модифікацій.

Типи кристалічних структур, що утворюються, прийнято позначати відповідно а, р', р: а – найбільш низькоплавка, менш стійка (метастабільна) форма; р' – середня та р - найбільш високоплавка (стабільна).

Формування кристалічної структури маргарину залежить від наступних факторів:

- швидкість охолодження – при збільшенні швидкості охолодження створюється нестійка кристалічна модифікація;
- швидкість перемішування – при збільшенні швидкості перемішуванні утворюється дрібніша кристалічна структура;
- вміст насичених та ненасичених гліцеридів – чим більша частка в жировій фазі ненасичених гліцеридів, тим більшою є можливість утворення нестійких кристалічних модифікацій.

					Кваліфікаційна робота				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину	Лім.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Мозирко М.О.							
Керівник		Смітюх Я.В.					8	8	
						НУХТ ЗАК-5-1			
Зав. каф.		Смітюх Я.В.							
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.							

Під час повільного охолодження маргаринової емульсії проходить послідовна кристалізація гліцеридів до їх температури застигання. При цьому утворюються великі кристали, що характерні для найбільш високоплавкої та стійкої кристалічної р-форми, що обумовлює її неоднорідність, структури, та надає продукту грубість смаку, а також борошністість і мармуровість.

В процесі зберігання маргарин набуває властивості крихкості та відбувається подальше зміцнення його структури.

Під час швидкого охолодження відбувається переохолодження системи та утворення кристалів починається при досягненні нижчої температури, а ніж температури застигання. Під час досить високої швидкості охолодження температура знижується та стає можливим утворення більш низькоплавких та менш стійких кристалічних форм. При цьому в першій фазі кристалізації, коли молекули гліцеридів починають переходити з рідкого стану в твердий, починає утворюватися кристалічна решітка за найнижчою температурою плавлення (а-форма). При дії сил міжмолекулярного взаємодії, молекули в кристалічній решітці починають зближуються та їх метастабільна а-форма починає перетворюватися на більш стабільну форму та виділяється прихована теплота кристалізації, та температура системи підвищується. Кристали жиру в маргарині присутні в р'-формі, а перехід в р-форму погано впливає на консистенцію маргарину через, що утворюються більші кристали. Цей негативний перехід може відбуватися у разі зберігання маргарину при підвищених температурах.

При коливаннях температури кристалічні ґрати маргарину мають змогу піддаватися фазовим перетворенням – рекристалізації. При цьому відбудеться перегрупування кристалів, що буде супроводжується зниженням легкоплавкості в переході з низькоплавких тригліцеридів змішаних кристалів у рідку фазу, а також збагаченням твердої фази високоплавким компонентом.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідне інтенсивне перемішування і тривала механічна обробка при досягненні однорідної структури маргарину після глибокого охолодження. Дрібнодисперговані кристали твердої фази утворюють у рідкій фазі коагуляційні структури. Процес кристалізації без попереднього перемішування може призвести до утворення кристалізаційно-коагуляційної структури. В сучасних схемах виробництва маргарину для цього після переохолоджувача необхідно встановлювати апарати, що забезпечують декристалізації структури. Тоді маргарин при зберіганні менш схильний до утворення твердих кристалічних модифікацій.

Отже використовуючи здатність жирів та маргарину до переохолодження, можна отримати дрібнокристалічну структуру, яка матиме високу пластичність, а також легкоплавкість та хорошу консистенцію і при цьому необхідні органолептичні властивості. Отже основним апаратом при виробництві маргарину за допомогою метода переохолодження є переохолоджувач, який забезпечує тонке емульгування, а також охолодження і механічну обробку маргаринової емульсії.

Переохолоджувач повинен складатися з кількох однакових циліндрів – теплообмінників, які повинні працювати послідовно.

Трициліндровий переохолоджувач складається з блоку циліндрів та аміачної системи охолодження. Циліндр 4, на рис. 1.1, являє собою теплообмінний апарат типу «труба в трубі» з ізоляцією 8.

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

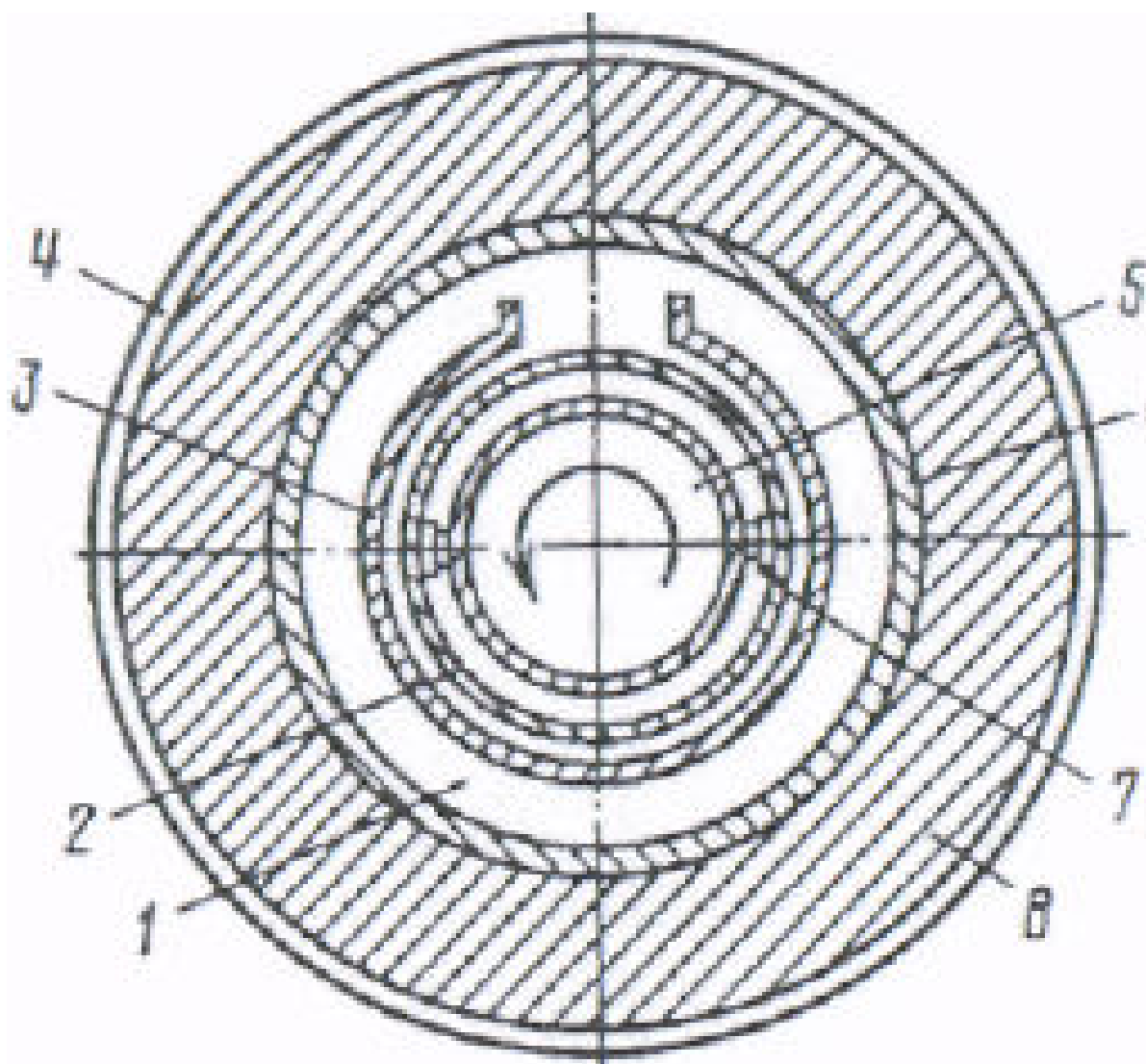


Рис. 1.1. Переохолоджувач.

Внутрішня труба 2 являється робочою камерою, в цій трубі знаходиться порожнистий вал 5, через який вводиться гаряча вода температурою 50 °С для усунення налипання маргаринової емульсії. По всій довжині валу 5 кріпляться 12 ножів 7 з протилежних сторін. Кріплення ножів нежорстке, ножі можуть мати деяке зміщення у вертикальній і у горизонтальній площині. Частота обертання валу $8,33 \text{ c}^{-1}$ і під цією дією відцентрової сили ножі 7 починають притискаються до внутрішньої поверхні труби 2. Простір 1, що знаходиться між трубами 2 та 6 є випарною камерою, в ній знаходиться жолоб 3 для рідкого охолоджуючого холодоагента (аміаку).

За допомогою охолодженню в результаті випаровування аміаку емульсія кристалізується на внутрішній поверхні труби 2 та рівномірно знімається з стінок ножами 7.

На виході з третього циліндра температура переохолодженої маргаринової емульсії становить 12-13°C. При цьому продуктивність переохолоджувача становить 2,5-2,8 т/год.

Чотирьохциліндровий охолоджувач включає в собі чотири циліндри, які працюють послідовно. Розаштування циліндрів, постачання холоду таке ж, як у трициліндровому охолоджувачі. Продуктивність складає до 5 т/год.

При поділі переохолодженої маргаринової емульсії на 2-ва потоки та рівномірної подачі до двох кристалізаторів встановлюють розподільний пристрій. Основні вузли його – привід та кран. Кран будується з нерухомого корпусу з 2-ма патрубками, повз які маргарин надходить у трубопроводи, що подають його до кристалізаторів. Кран має на своїй циліндричній поверхні вікно, що при його обертанні збігається зі отворами патрубків на його корпусі. Продукт надходить у торцеву частину нерухомого корпусу.

Для отримання необхідної кристалічної структури, необхідної твердості, однорідності та пластичності при фасуванні маргарину в лініях виробництва твердого маргарину необхідно встановлювати кристалізатор. Його основні вузли – це фільтр-гомогенізатор і кілька послідовно з'єднаних фланцями циліндричних секцій. Фільтр використовується для уловлювання механічних домішок, які випадково потрапили в емульсію.

Внутрішня порожнина вхідної секції кристалізатора виконана у вигляді конуса. Інші секції являють собою циліндри, з'єднані переточними каналами для води, що обігріває. Маргаринова емульсія надходить через патрубок. Діаметр кристалізатора більше, ніж діаметр патрубка, що підводить, при цьому знижується швидкість руху емульсії, і емульсія повільно пересувається до виходу, а далі через конічну насадку вона надходить у формуючу камеру фасувального автомата.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура маргарину при виході з кристалізатора зростає внаслідок виділення теплоти кристалізації та становить 16-20 °С. На останній секції кристалізатора встановлено компенсуючий пристрій, що використовується для перетворення безперервного процесу отримання маргарину в періодичний процес при подачі маргарину на фасувальний автомат, який працює циклічно.

Компенсуючий пристрій будується з корпусу, а також рухомого поршня та нерухомого шпинделя. Останній з'єднаний з повітряним регулятором тиску, якого по трубі надходить стиснене повітря. При збільшенні тиску на виході із кристалізатора поршень піднімається та відкриває вихідний канал, а частина маргарину відводиться в бак повернення.

Кристалізатори необхідно розмішувати горизонтально на стійках, чи вертикально чи горизонтально над фасуючими автоматами.

При подачі емульсії від змішувача потім до переохолоджувача, а потім до фасувального автомата в лініях виробництва маргарину необхідно встановлювати насос високого тиску, який забезпечує нормальне функціонування лінії, також додаткове емульгування. Стабільність роботи насоса високого тиску, який діє під затокою, а також підтримання постійного рівня маргаринової емульсії в змішувачах на лінії виробництва твердого маргарину необхідно забезпечувати зрівняльним бачком з нахиленою мішалкою, з електродвигуном та редуктором. Приймання емульсії проходить по черзі із двох змішувачів.

При виробленні маргарину у вигляді моноліту, який упаковується в коробка, і при виробництві м'яких маргаринів необхідно, щоб продукт мав хорошу дозованість і рухливість при наливі до тари, а також швидко приймав форму після закінчення формоутворення, ще мав рівну однорідну консистенцію та був високопластичним. Після переохолодження проводять додаткову механічну обробку, що забезпечує декристалізацію структури. При цьому маргарин при зберіганні менш схильний до утворення твердих просторових структур, це сприяє отриманню високопластичного продукту.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При цьому тверда та рідка фракція жиру розподіляються рівномірно, виготовлений маргарин не втрачає плинності та при наливі в короба отримує пластичну консистенцію, яка зберігається тривалий час при забезпеченні температури 5-7 °С.

Декристалізатор (рис. 1.2) будується з 3-х горизонтальних циліндрів 2, встановлених на опорній рамі 6. В середині корпусу циліндра 2 нерухомо кріпляться біла 3, а також на валу 7 всередині циліндра укріплені біла 8. Між білами відбувається ретельне перемішування маргаринової продукції. Продукт, який потрапляє через патрубок 4, та послідовно проходить 3 циліндри, які з'єднуються за допомогою патрубків 1. При цьому частота обертання валів складає $1,73 \text{ c}^{-1}$, також є привід 5.

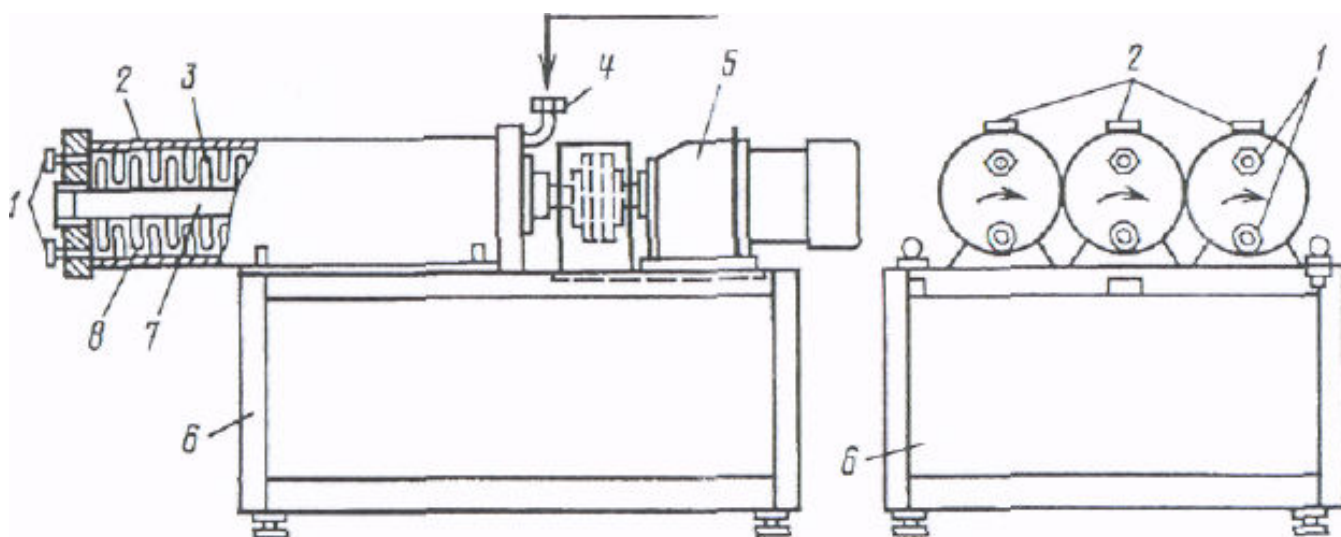


Рис 1.2. Декристалізатор.

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	Трубопровід	Облік води	1000 л	Управління	Стан	Вплив на клапан подачі води	
		Облік жирових компонентів	500 л	Управління	Стан	Вплив на клапан подачі жирових компонентів	
		Температура	7 °C	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачу розсолу	
2	Змішувач	Рівень	90 %	Управління	Стан	Вплив на насос М1	
		Температура	50 °C	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачу гарячої води	
		Змішувач	Вкл/Викл	Управління	Стан	Вплив на стан роботи двигуна М3	
2	Змішувач-нормалізатор	Рівень	90 %	Управління	Стан	Вплив на насос М2	
		Змішувач	Вкл/Викл	Управління	Стан	Вплив на стан роботи двигуна М4	

Розділ 2. Система автоматизації

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

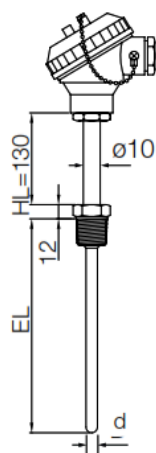
Температура

Для визначення значення температури в процесі охолодження емульсії при виробництві маргарину застосовується датчик температури KOBOLD MWD-G (рис. 2.1). [1]



Рис. 2.1. Вигляд датчика KOBOLD MWD-G.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Мозирко М.О.						
Керівник		Смітюх Я.В.					16	28
						НУХТ ЗАК-5-1		
Зав. каф.		Смітюх Я.В.						
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						



Model MWD-G compact with removable measuring insert and neck pipe, for mounting in thermowell

Specifications:

Sensor element:	Pt100 3-wire class B, A, 1/3, 1/10, cryogenic, and others
Neck pipe HL:	130 mm
Electrical connection:	M20x1.5
Max. pressure:	P _{atm} only with thermowell TWL-0
Measuring insert:	according to DIN 43772, filled with magnesium oxide (MgO)
Material:	stainless steel 1.4404 (316L)

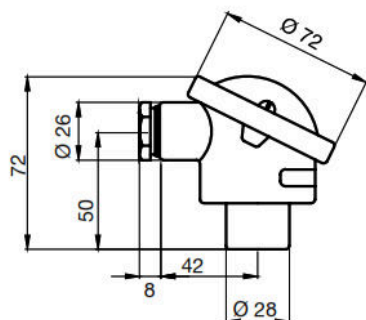
Note: For order details of the thermowell see datasheet TWL-0. Without thermowell atmospheric pressure.

Model	Measuring insert diameter (d)	Process connection	Sensor type/ category	RTD wiring	Terminal head	Head transmitter	Options
MWD-G	3 = tube Ø3 4 = tube Ø4 5 = tube Ø5 6 = tube Ø6 8 = tube Ø8 X = special options	G08= G ¼-M G15= G ½-M G20= G ¾-M G25= G 1-M N08= ¼" NPT-M N15= ½" NPT-M N20= ¾" NPT-M N25= 1" NPT-M XXX= special options	A = 1 x Pt100 class B (-70...+250°C) B = 2 x Pt100 class B (-70...+250°C) C = 1 x Pt100 class A (-70...+250°C) D = 2 x Pt100 class A (-70...+250°C) E = 1 x Pt100 class B (-70...+400°C) F = 2 x Pt100 class B (-70...+400°C) G = 1 x Pt100 class A (-70...+400°C) H = 2 x Pt100 class A (-70...+400°C) I = 1 x Pt100 class B (-70...+600°C) J = 2 x Pt100 class B (-70...+600°C) K = 1 x Pt100 class A (-70...+600°C) L = 2 x Pt100 class A (-70...+600°C) M = 1 x Pt100 class 1/3 DIN (-70...+250°C) N = 1 x Pt100 class 1/10 DIN (-70...+250°C) O = 1 x Pt100 class 1/3 DIN (-70...+400°C) P = 1 x Pt100 class 1/10 DIN (-70...+400°C) Q = 1 x Pt100 class cryogenic (-198...+100°C) X = special options	2 = 2-wire 3 = 3-wire 4 = 4-wire	G = screw-cap with chain, aluminium I = screw-cap with chain, stainless steel 1.4401 P = screw-cap with chain, PP M ¹⁾ = mini head screw-cap with chain, aluminium K = head screw-cap, stainless steel 1.4401 B = DIN B screwed cover, aluminium Z = BUZ hinged cover, aluminium H = BUZ-H high model with hinged cover, aluminium E = aluminium head with LCD display and HART® transmitter included X = special options	0 = without, only with ceramic terminal A = 5333D transmitter 4-20 mA 2-wire B = 5337D transmitter 4-20 mA with HART® protocol 2-wire C = 5350A transmitter Profibus®/Fieldbus® D = prepared for subsequent mounting of transmitter, 150 mm flying leads	0 = without Y = acc. to specifications

Рис. 2.2. Вибір параметрів при замовленні моделі KOBOLD MWD-G.

Terminal Heads (continuation)

Option B Housing material: aluminium
Protection: IP 54

**Technical Details**

Housing material: aluminium
Supply voltage: 7.5 ... 45 V_{DC}
Output signal: 4 ... 20 mA
Load: max. (V_{supply} 7.5 V)/0.022 A
Signal on alarm: underranging: linear drop to 3.8 mA
overranging: linear rise to 20.5 mA
sensor break, sensor open-circuit: 3.6 mA or 22 mA
Galvanic isolation: 2000 V_{AC} (input/output)
Response time: 1 s
Long term stability: RTDs ±0.1% of reading or 0.1 °C
Switch delay: ≤5 s
Influence of ambient: negligible
Load influence: negligible
Power supply influence: negligible
Filter configuring: 0 ... 160 µA
Resolution: 0.3 µA
Cable entry: M20 internal thread
Ambient temperature: -40 ... +85 °C (-40 ... 185 °F)
Storage temperature: -40 ... +100 °C (-40 ... 212 °F)
Condensation: allowable
Protection: IP 65
Shock and vibration resistance: 4g/2 to 150 Hz as per IEC 60068-26
LCD-Display, with backlight: visible range 32.5 x 22.5 mm;
main display: 5-digit, 7-segment, digit height 8 mm, range: -19999 ... 99999
additional display: 8-digit 14 segment, digit height 5 mm for sensor type and units

Рис. 2.3. Технічні дані моделі KOBOLD MWD-G.

Electrical Connection

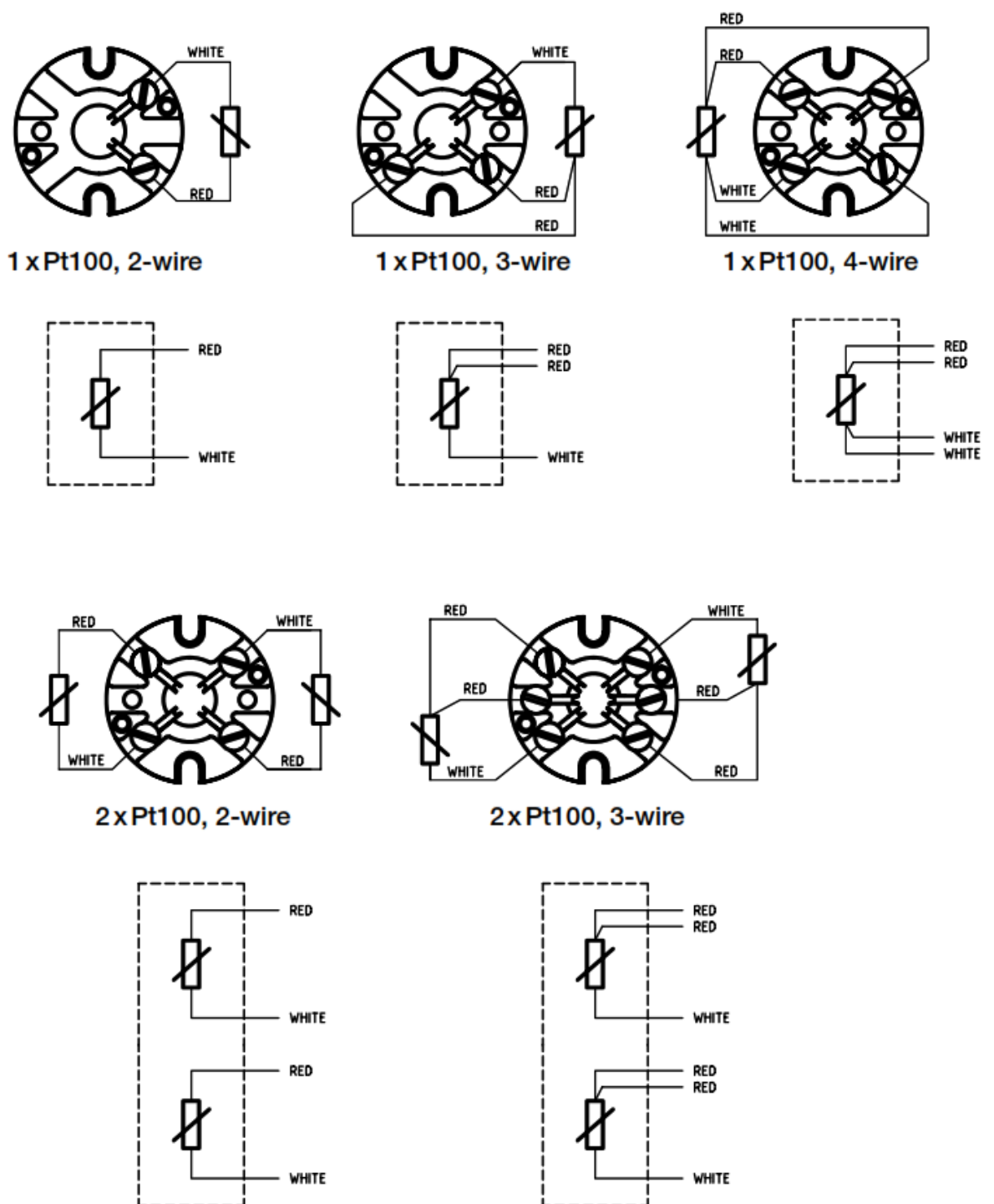


Рис. 2.4. Способи підключення чутливого елементу датчика KOBOLD MWD-G.

Рівень

Для визначення значення рівня в змішувачах для процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину застосовується радарний рівнемір KOBOLD NRM (рис. 2.5). [2]



Рис. 2.5. Вигляд датчика KOBOLD NRM.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Basic Concepts of Microwave Level Measurement

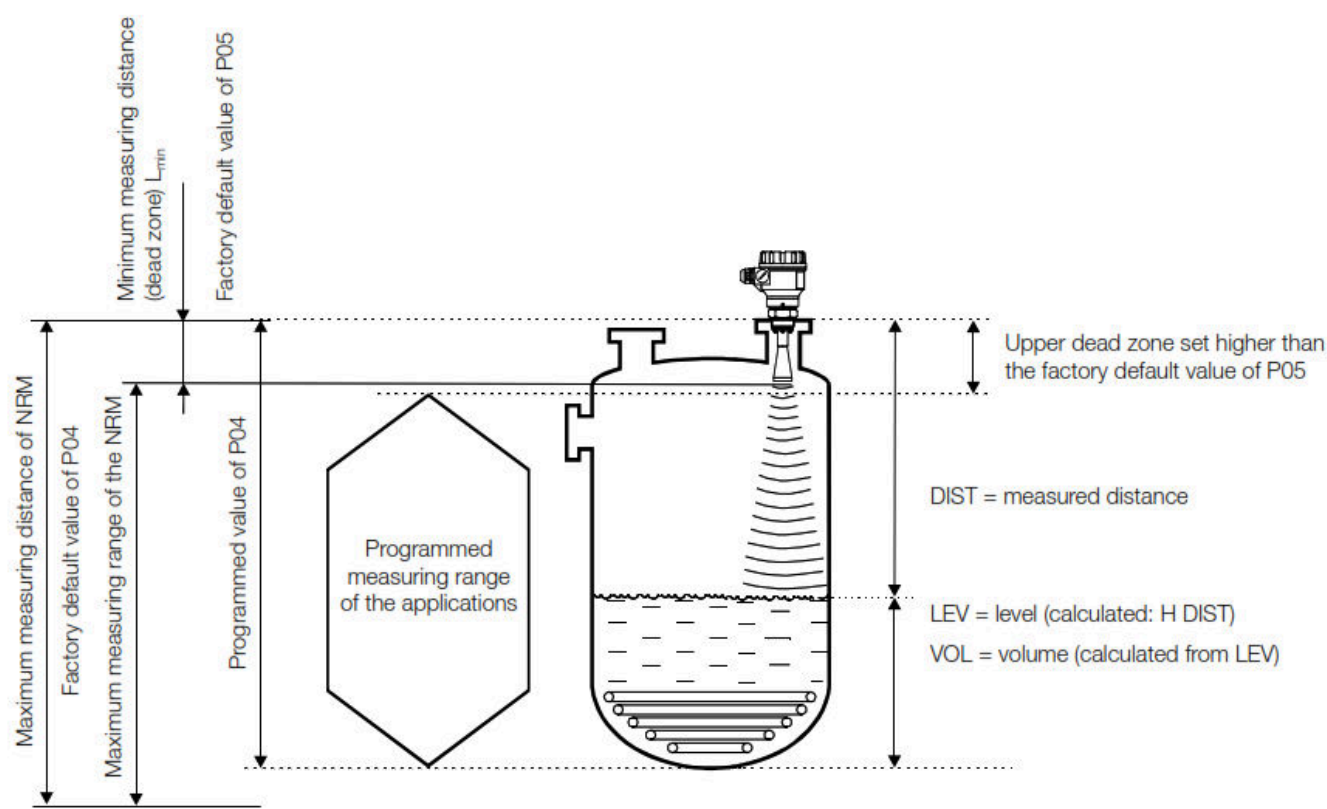


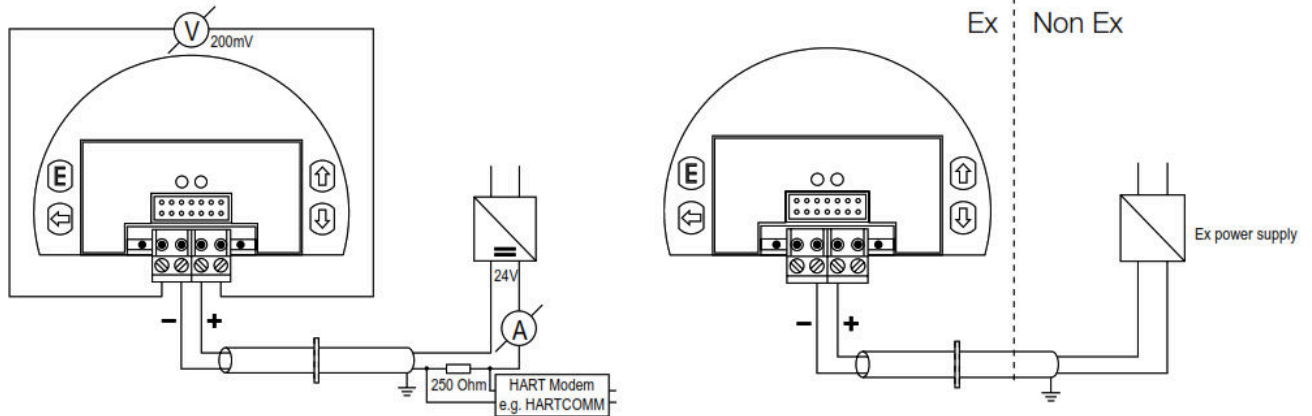
Рис. 2.6. Спосіб визначення рівня датчиком KOBOLD NRM.

Technical Details

Type		Integrated (NRM-7)	Compact (NRM-4)	
			Plastic housing	Metal housing
Measured values		level, distance, volume, mass		
Frequency of measurement signal		~25 GHz (K-band)		
Measuring range		0.2 -23 m see »Measuring ranges« page 4		
Linearity error		<0.5 m: ±25 mm, 0.5-1m: ±15 mm, 1–1.5 m: ±10 mm, 1.5–8 m: ±3 mm, >8 m: ±0.04% of the measured distance		
Min. beam angle		11° depending on the antenna type	6° depending on the antenna type	
Min. ε _r of the medium		1.9 depending on the meas. range	1.4 depending on the meas. range, see »Measuring ranges« page 4	
Resolution		1 mm		
Temperature error (accord. to EN 61298-3)		0.05% FSK/10 °C (-20 ... +60 °C)		
Power supply		20 ... 36 V _{DC} , ATEX: 20 ... 30 V _{DC}		
Output	Digital communication	4-20 mA + HART®		
	Display		NRM-300P graphical display unit (optional)	
Measuring frequency		10 ... 60 s as per application settings		
Antenna diameter		38 mm, 48 mm, 75 mm, 148 mm		
Antenna material		antenna (horn, parabolic): stainless steel 1.4571 (316 Ti); enclosure: PP, PTFE		antenna (horn, parabolic): stainless steel 1.4571 (316 Ti); enclosure: PTFE
Process temperature		-30 ... +100 °C (up to max. 2 min.: 120 °C); with PP antenna enclosure: max.: 80 °C		-30 ... +180 °C
Maximal medium pressure		25 bar (at 120 °C), with plastic antenna enclosure or plastic flange: 3 bar (at 25 °C)		
Ambient temperature		-20 ... +60 °C		
Process connection		thread, flange, Tri-Clamp®, sanitary connection		
Protection		IP68/Ex: IP67	IP67	
Electrical connection		LiYCY cable 2x0.5 mm (AWG20) shielded Ø 6 mm standard cable length 5 m (max. 30 m)	2xM20x1.5 cable glands + internal thread for 2x ½" NPT cable protective pipe, cable outer diameter Ø 7 - 13 mm, wire cross section: max. 1.5 mm	
Housing material		PP	PBT	paint coated aluminium or stainless steel
Sealing		FKM, EPDM		
Communication certifications		R&TTE, FCC		
Weight		1 - 1.6 kg	aluminium 2 - 2.6 kg stainless steel 3.3 - 3.9 kg	aluminium 2.7 - 3.3 kg stainless steel 4 - 4.6 kg

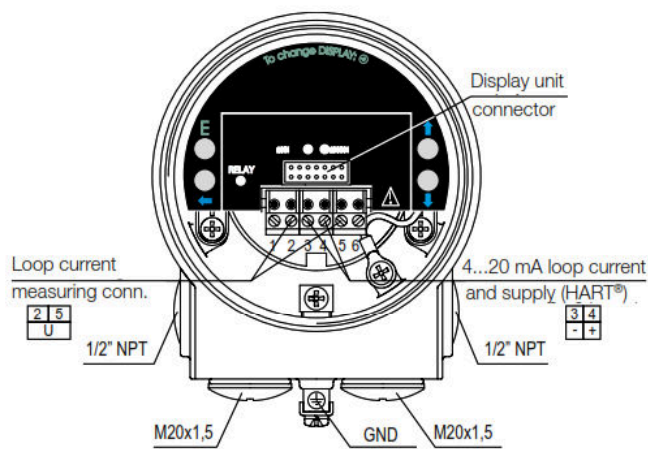
Рис. 2.7. Технічні дані датчика KOBOLD NRM.

Wiring diagram compact version (NRM-4)



Using HART® communication, in non-Ex environment

Using EX approved instrument in hazardous environment



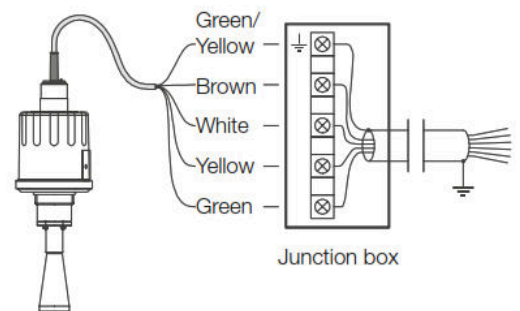
Wiring diagram integrated version (NRM-7)

Prior to wiring ensure that the power supply is turned off at the source.
(For wiring the unit 6x0,5 mm² cross section or greater cable is recommended).

The necessary programming can be made after energising the unit.

Colour codes

Green	-	(+) Positive point of current loop measurement
Yellow	-	(-) Negative point of current loop measurement
White	-	(-) Negative point of current loop, power supply and HART®
Brown	-	(+) Positive point of current loop, power supply and HART®
Green/Yellow	-	GND Grounding and shielding point



Extension of the integrated cable

The usage of a junction box is recommended for extending the cable.

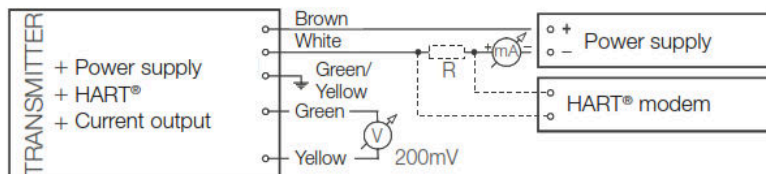


Рис. 2.8. Способи підключення радарного рівнеміра KOBOLD NRM.

Order Details Integrated Version (Example: **NRM-7 A P R80 P0 0**)

Model	Antenna/ measuring range	Material antenna/ housing	Process connection	Output/version/ approval	Options
NRM-7	A = horn-antenna DN40/ (0,2...18 m)	P = PP/PBT M = 1.4571/ PBT	R80 = BSP R8P = BSP connection with PP enclosure R8T = BSP connection with PTFE enclosure N80 = NPT N8P = NPT connection with PP enclosure N8T = NPT connection with PTFE-enclosure T9T = Tri-Clamp® 2" connection (1.4571) with PTFE enclosure C9T = pipe coupling DN50 (1.4571) with PTFE enclosure	P0 = 4-20 mA HART®/ without display (integrated) / without PA = 4-20 mA HART®/ without display (integrated) / ATEX Ex ia PI = 4-20 mA HART®/ without display (integrated) / IECEX	0 = without Y = special version (acc. to description) Y = special cable length (max. 30 m)
	B = horn-antenna DN50/ (0,2...23 m)		R90 = BSP R9P = BSP connection with PP enclosure R9T = BSP connection with PTFE enclosure N90 = NPT N9P = NPT connection with PP enclosure N9T = NPT connection with PTFE enclosure		
	C = horn-antenna DN80/ (0,2...23 m)	M = 1.4571/ PBT	FBE = DN80 PN25 1.4571 FCE = DN100 PN25 1.4571 FEE = DN150 PN25 1.4571 FBP = DN80 PP (PN25) FCP = DN100 PP (PN25) ABE = 3" RF 150 psi 1.4571 ACE = 4" RF 150 psi 1.4571 ABP = 3" RF PP (150 psi) ACP = 4" RF PP (150 psi) JBE = JIS 10K 80A 1.4571 JCE = JIS 10K 100A 1.4571 JBP = JIS 80A PP (10K) JCP = JIS 80A PP (10K)		

Рис. 2.9. Вибір параметрів при замовленні радарного рівнеміра
KOBOLD NRM.

Dimensions [mm] (continued)

	Aluminium housing, horn antenna with flange	Aluminium or plastic housing, parabolic antenna with flange	Stainless steel housing, parabolic antenna with flange	High temperature version, aluminium housing, parabolic antenna with flange
	M20 x 1.5 (2x) NPT 1/2" (2x) DN80 PN25 DN100 PN 25 DN125 PN25 DN150 PN25 3" RF 150psi 4" RF 150psi 5" RF 150psi 6" RF 150psi JIS 10K100A JIS 10K100A JIS 10K125A JIS 10K150A SW55 M6/SW3 145 240 Ø75	M20 x 1.5 (2x) NPT 1/2" (2x) SW55 M6/SW3 141 (-5.6") 2 (-0.08") 85 (-3.27") 148 (-5.83") DN150 PN25 6" RF 150 PSI JIS 10K150A	141 100 2 x M20 x 1.5 85 min. DN150 PN25 / 6"RF 150 psi / JIS 10K150A 148	138 M20 x 1.5(2x) 2 x NPT 1/2" Ø100 85 min. DN150 PN25 / 6"RF 150 psi / JIS 10K150A 148
Material of wetted parts	1.4571, PTFE	1.4571, PTFE	1.4571, PTFE	1.4571, PTFE
Process connection	flange	flange	flange	flange
Beam angle (-3 dB)	11°	6°	6°	6°
Dead zone L _{min}	200 mm	200 mm	200 mm	200 mm

	High temperature version, aluminium housing, 1½" horn antenna	High temperature version, aluminium housing, 2" horn antenna	High temperature version, aluminium housing, horn antenna with flange	High temperature version, aluminium housing, 2" Tri-Clamp® antenna with PTFE enclosure hygienic version
Material of wetted parts	1.4571, PTFE	1.4571, PTFE	1.4571, PTFE	1.4571, PTFE
Process connection	1½" BSP, 1½" NPT	2" BSP, 2" NPT	flange	2" Tri-Clamp®
Beam angle (-3 dB)	19°	16°	11°	25°-27°
Dead zone L _{min}	200 mm	200 mm	200 mm	300 mm

Рис. 2.10. Види та габаритні розміри радарного рівнеміра KOBOLD NRM.

Облік компонентів

Для обліку води та жирових компонентів для процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину застосовується лічильник KOBOLD DPE (рис. 2.11). [3]



Рис. 2.11. Вигляд лічильника KOBOLD DPE.

Order Details (Example: DPE-1105 G4 F300)

With pipe fittings							Evaluating electronics			
Measuring range max. 3 m/s		Flow rate max. 10 m/s approx. [l/min water]	Model		Connection		Frequency output			
[l/min water]	approx. Frequenz [Hz] at FS		Material brass	Material st. steel	Standard female	Special female	Analogue output			
5-30	80	100	DPE-1105..	DPE-1205..	..G4.. = G ½	..N4.. = ½ NPT	..F300 = frequency output, plug connector M12 x 1 ..F320 = frequency divider 1: 2, plug connector M12 x 1 ..F340 = frequency divider 1: 4, plug connector M12 x 1 ..F390 = frequency divider 1... 1/128, plug connector M12x 1			
10-50	80	180	DPE-1110..	DPE-1210..	..G5.. = G ¾	..N5.. = ¾ NPT	Analogue output ..L303 = 0-20 mA output, 3-wire, M12 x 1 plug connector ..L342 = 4-20 mA output, 2-wire, M12 x 1 plug connector ..L343 = 4-20 mA output, 3-wire, M12 x 1 plug connector ..L442 = 4-20 mA output, 2-wire, plug connector DIN 43 650			
20-80	65	230	DPE-1115..	DPE-1215..	..G6.. = G 1	..N6.. = 1 NPT	Compact electronic ..C30R = LED display, 2 x open collector, PNP, plug connector M12 x 1 ..C30M = LED display, 2 x open collector, NPN, plug connector M12 x 1 ..C34P = LED display, 4-20 mA, 1 x open collector PNP, plug connector M12 x 1 ..C34N = LED display, 4-20 mA, 1 x open collector NPN, plug connector M12 x 1			
25-250	140	600	DPE-1120..	DPE-1220..	..G8.. = G 1 ½	..N8.. = 1 ½ NPT	Counter electronics ..E34R = LCD, 0(4)-20 mA, 2 x relays			
30-350	135	1000	DPE-1125..	DPE-1225..	..G9.. = G 2	..N9.. = 2 NPT	Dosing electronics ..G34R = LCD, 0(4)-20 mA, 2 x relays			
50-750	110	1600	DPE-1130..	DPE-1230..	..GB.. = G 3	..NB.. = 3 NPT				
With installation adapter not available with compact / ADI electronics							ADI electronics			
Meas. range [m/s]	approx. frequency [Hz] at max. value	max. flow rate [m/s]	Material brass	Material st. steel	Connection for nominal pipe size	Display	Supply	Output	Contacts	
0-3	65 (at DN 25) 140 (at DN 40) 135 (at DN 50) 110 (at DN 80)	10	-	DPE-1200..	..W6.. = DN 25 ..W8.. = DN 40/DN 50 ..WB.. = DN 80	K = bar graph/ digital display	0 = 100-240 V _{AC/DC} 3 = 18-30V _{AC} , 10-40 V _{DC}	0 = without 4 = 0(4)-20 mA, 0-10V	2 = 2 change- over contacts	

Рис. 2.12. Вибір параметрів при замовленні моделі KOBOLD DPE.

Plug-on display

for model DPE...L442 (with 4-20 mA output and DIN connector)

Description	Order number
4-digit LED, connector DIN 43650, 2-wire, supply through analogue output	AUF-1000
as above however with additional open collector output	AUF-1001

Weights

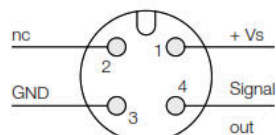
Sensor

Electronics

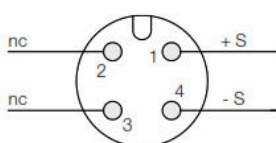
Model	Weight	Model	Weight
1/2"	approx. 750 g	Frequency output	130 g
3/4"	approx. 1050 g	Analogue output	130 g
1"	approx. 900 g	Compact electronic	approx. 650 g
2"	approx. 1500 g	ADI electronics	1400 g
3"	approx. 3000 g	E/G electronics	1400 g

Electrical connection

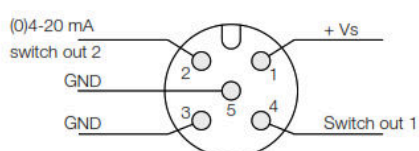
DPE-...F., DPE-...L3..3-wire



DPE-...L342 2-wire



DPE-...C..



DPE-...L442

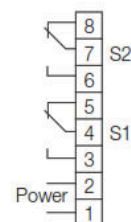
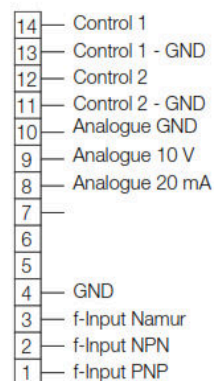
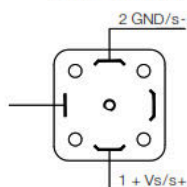


Рис. 2.13. Контакти та способи підключення моделі KOBOLD DPE.

Model: DPE-...K., ..G., ..E..

(with ADI evaluating, counter or dosing electronic)

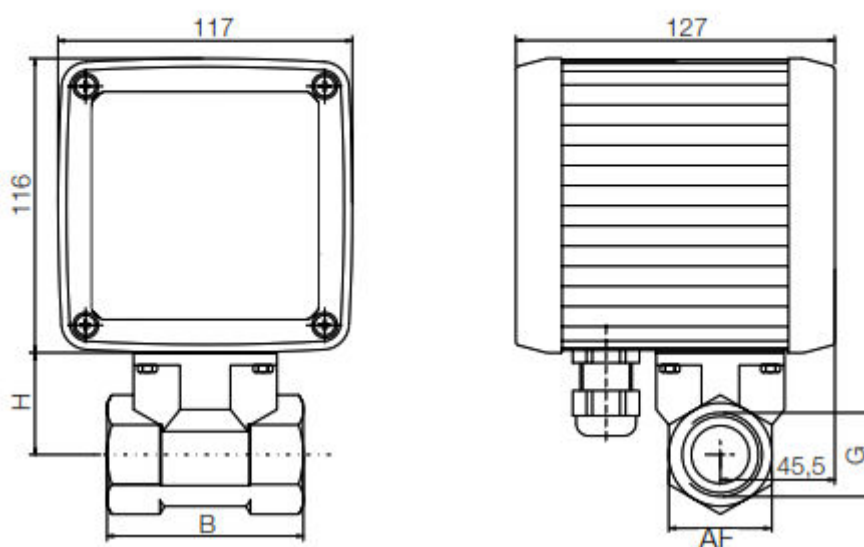


Рис. 2.14. Розміри моделі KOBOLD DPE.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

28

Швидкість обертів змішувача

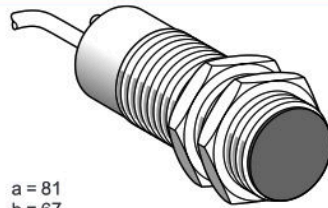
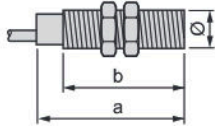
Для визначення швидкості обертів змішувачів в процесі охолодження емульсії при виробництві маргарину застосовується індуктивний датчик швидкості Schneider Electric XSAV11373 рис. 2.15. [4]



Рис. 2.15. Вид індуктивного датчику швидкості Schneider Electric XSAV11373.

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

Flush mountable in metal



Lengths (mm):
a = Overall
b = Threaded section

a = 81
b = 67
Ø = M30

	DC	DC	AC/DC	AC/DC
Nominal sensing distance (Sn)	10 mm	10 mm	10 mm	10 mm
Adjustable frequency range	6...150 impulses/min	120...3000 impulses/min	6...150 impulses/min	120...3000 impulses/min

References

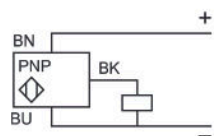
3-wire PNP / NC	XSAV11373	XSAV12373	–	–
2-wire or ~ / NC	–	–	XSAV11801	XSAV12801
Weight (kg)	0.300			

Characteristics

Connection	Pre-cabled, 3 x 0.34 mm , length 2 m (1)	Pre-cabled, 2 x 0.34 mm , length 2 m (1)
Degree of protection conforming to IEC 60529	IP 67	
Operating zone	0...8 mm	
Repeat accuracy	3 % of Sr	
Differential travel	3...15 % of Fr	
Operating temperature	-25...+70 °C	
Output state indication	Red LED	
Rated supply voltage	12...48 V with protection against reverse polarity	~ 24...240 V (50/60 Hz) or 24...210 V
Voltage limits (including ripple)	10...58 V	~ or 20...264 V
Switching capacity	≤ 200 mA with overload and short-circuit protection	~ 5...350 mA or 5...200 mA (2)
Voltage drop, closed state	≤ 1.8 V	≤ 5.7 V
Residual current, open state	–	≤ 1.5 mA
Current consumption, no-load	≤ 15 mA	–
Maximum switching frequency	6000 impulses/min (for XSAV11...); 48,000 impulses/min (for XSAV12...)	
"Run-up" delay following power-up	9 seconds ± 20 % + 1/Fr (3)	

Wiring schemes

3-wire PNP
XSAV11373



2-wire ~ or ~
XSAV11801



Рис. 2.16. Технічні дані індуктивного датчика швидкості Schneider Electric XSAV11373.

Частотні перетворювачі

Для управління швидкістю обертів змішувачів в процесі охолодження емульсії при виробництві маргарину застосовується частотні перетворювачі Lenze 8200 Vector рис. 2.17. [5]



Рис. 2.17. Вид частотного перетворювача Lenze 8200 Vector.

Type key

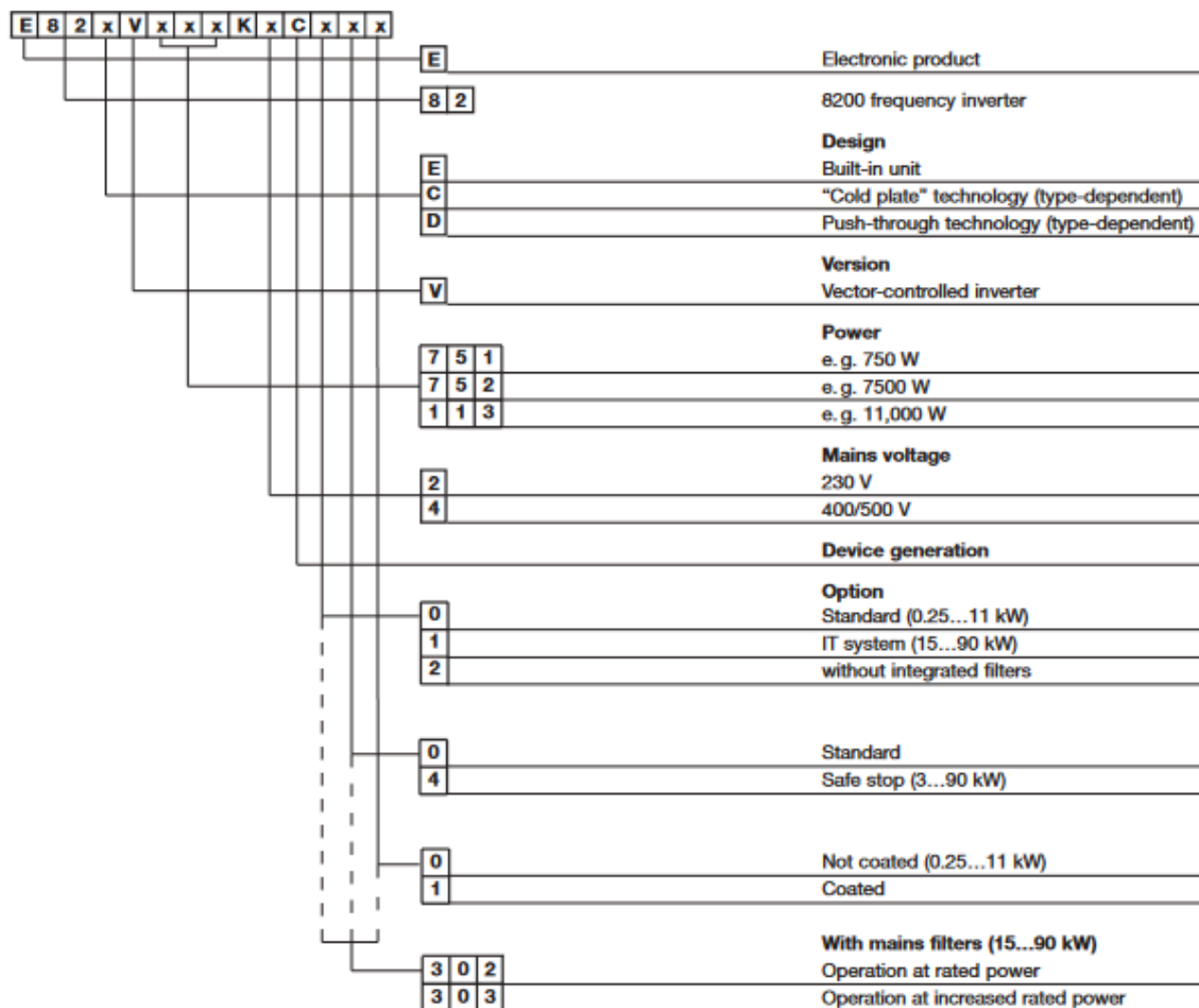


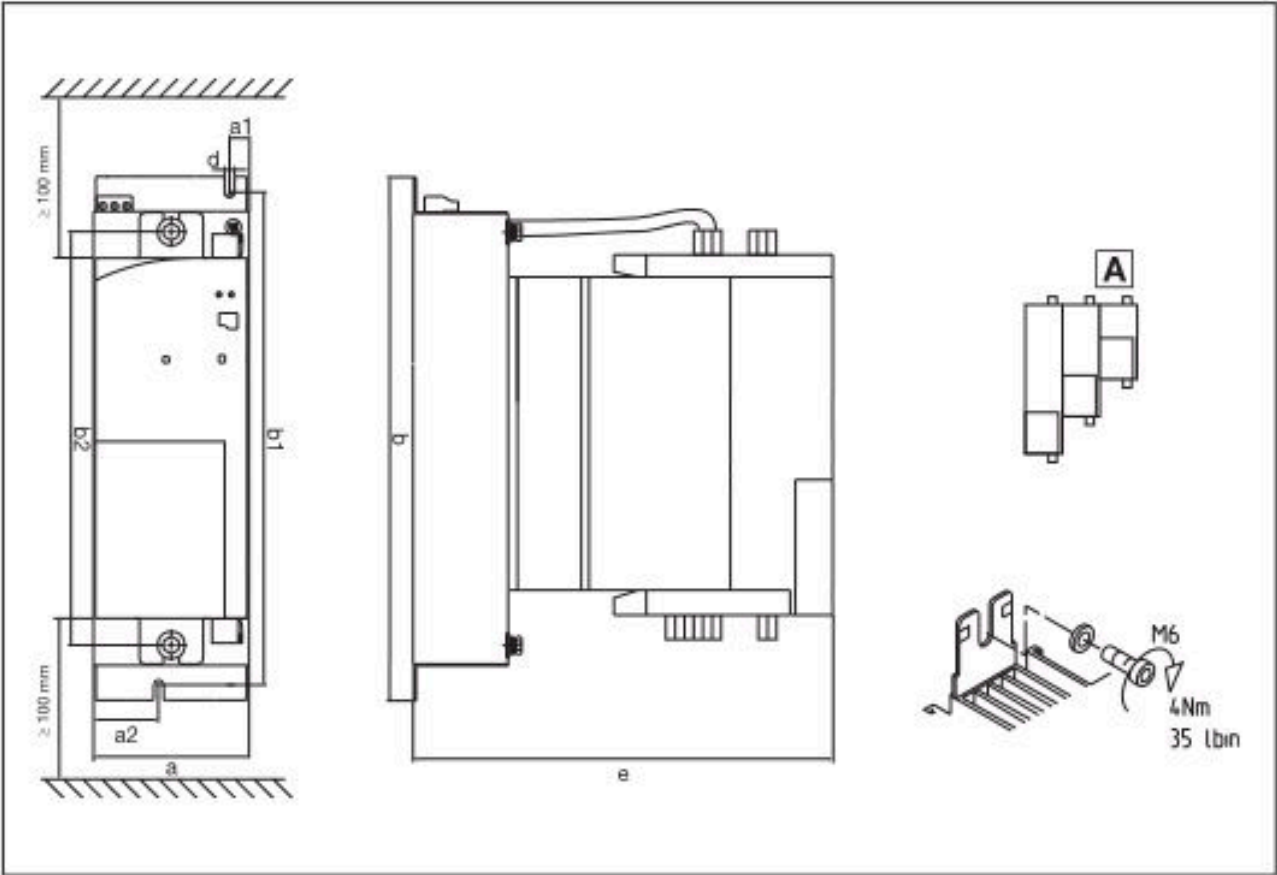
Рис. 2.18. Вибір параметрів при замовленні моделі Lenze 8200 Vector.

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. 2.19. Технічні дані 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. 2.20. Розміри моделі Lenze 8200 Vector.

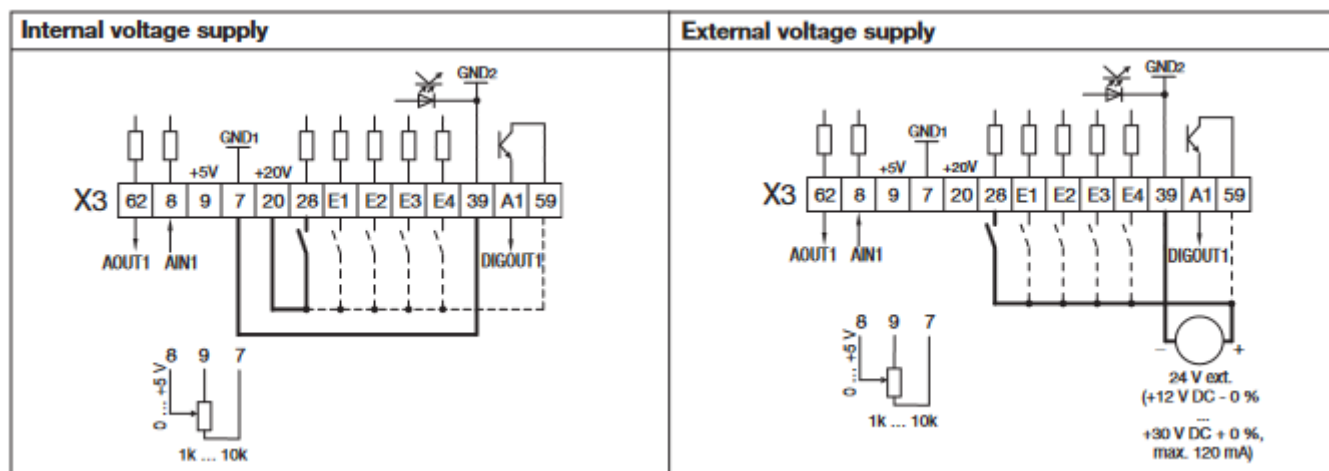


Рис. 2.21. Схема контактів моделі Lenze 8200 Vector.

Rotational speed control with a 3-wire sensor.

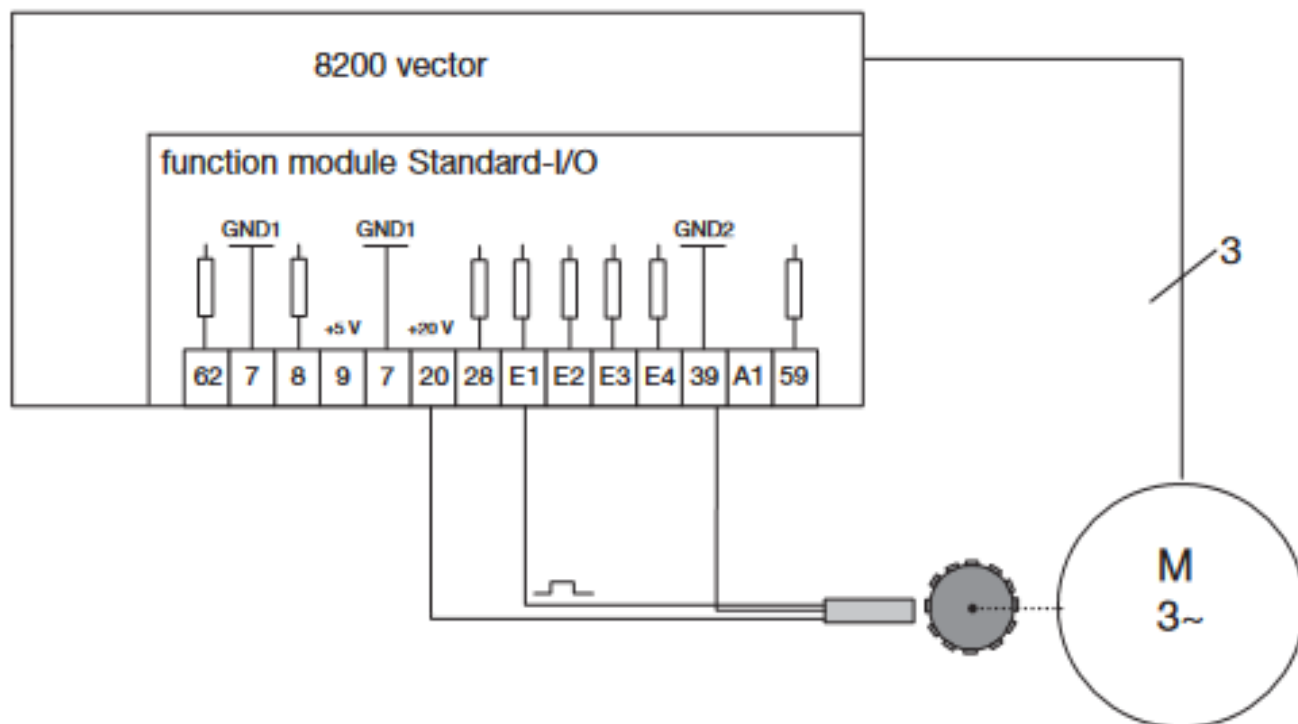


Рис. 2.22. Приклад застосування датчика швидкості з Lenze 8200 Vector.

Електропневматичний перетворювач

При управлінні пневматичними клапанами в процесі охолодження емульсії при виробництві маргарину застосовується електропневматичні перетворювачі ASCO NUMATICS Sentronic LP (рис. 2.23). [6]



Рис. 2.23. Вид перетворювача ASCO NUMATICS Sentronic LP.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

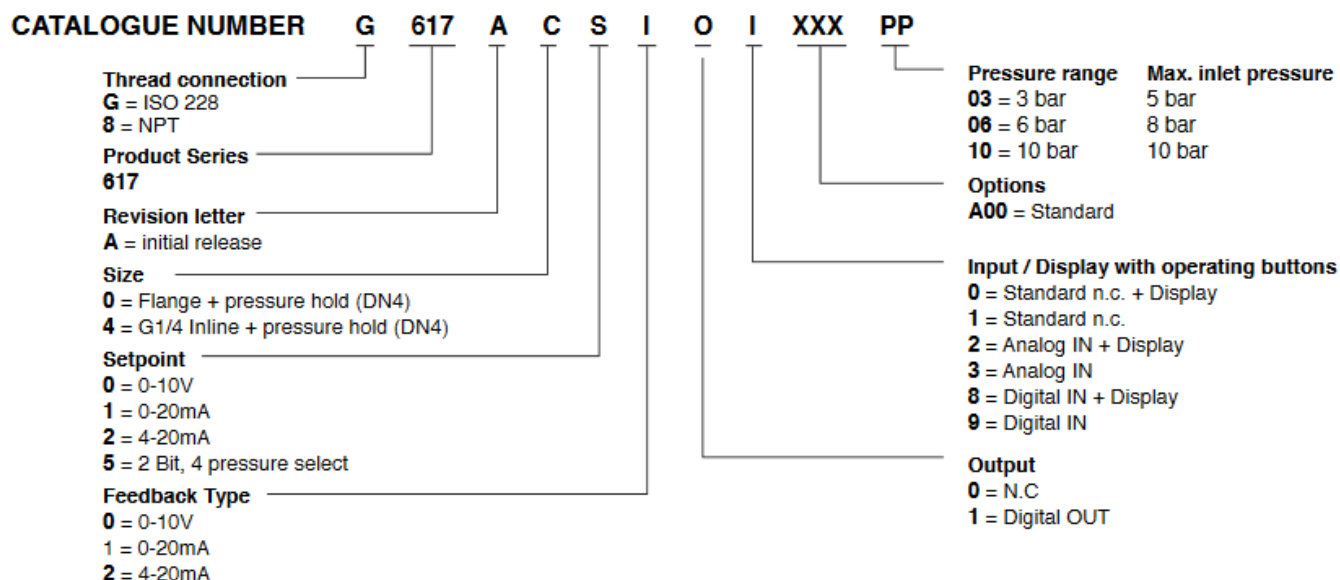


Рис. 2.24. Вибір параметрів при замовленні перетворювача ASCO NUMATICS Sentronic LP.

GENERAL

Fluids	Air or neutral gas filtered at 50 μ m, without condensate, lubricated or unlubricated, class 5 according to ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Max. allowable pressure (MAP)	At least 1 bar above the maximum outlet pressure
Pressure range	0-3 bar, 0-6 bar, 0-10 bar
Fluid temperature	0°C to +60°C
Ambient temperature	0°C to +50°C
Flow (Qv at 6 bar)	470 Nl/min
Setpoint	0 - 10 V (Impedance 100 k Ω) 0 - 20 mA / 4 - 20 mA (Impedance 250 Ω)
Hysteresis	1% of span
Linearity	1% of span
Repeatability	1% of span
Minimum setpoint	100 mV (0,2 mA/4,2mA) with shutoff function
Minimum outlet pressure	1% of span
Failsafe behaviour	Pressure hold on loss of power, without control

CONSTRUCTION

Body	Aluminium
Internal parts	POM (polyacetal)
Seals	NBR (nitrile)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

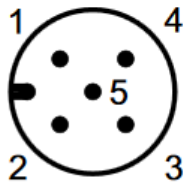
nominal diameter DN (mm)	stabilised voltage	max. power (W)	max. current (mA)	Insulation class	degree of protection	electrical connection
4	24VDC	3,8 W (<1W compensate)	160	H	IP 65	5-pin M12 connector (to be ordered separately)

SPECIFICATIONS

$\varnothing$ port	$\varnothing$ orifice DN (mm)	K_v -coefficient (Nm ³ /h)	flow at 6 bar (Nl/min)
G 1/4	4	0,43	470

Рис. 2.25. Технічні дані перетворювача ASCO NUMATICS Sentronic LP.

CONNECTOR PINNING / CABLE WIRING



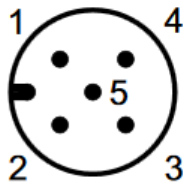
View from soldering side

pin	description	5-wire cable (2m)	6-wire cable (5m, 10m)
1	24V voltage supply	brown	brown
2	Analog setpoint input	white	white
3	Supply ground	blue	green
	Analog ground *		yellow
4	Analog output (feedback) ¹	black	pink
5	Digital output (pressure switch)	grey	grey
Body	EMC shield	shield	shield

* A 6-wire cable with separate analog ground is used for cable lengths over 2 m to set off the voltage drop for the setpoint.

¹ Analog input when using cascade control

CONNECTOR PINNING / 2BIT - SETPOINT



pin	description
1	24V voltage supply
2	Input signal 1 (LSB)
3	Supply ground
4	Input signal 2 (MSB)
5	unused

Рис. 2.26. Схема контактів перетворювача ASCO NUMATICS Sentronic LP.

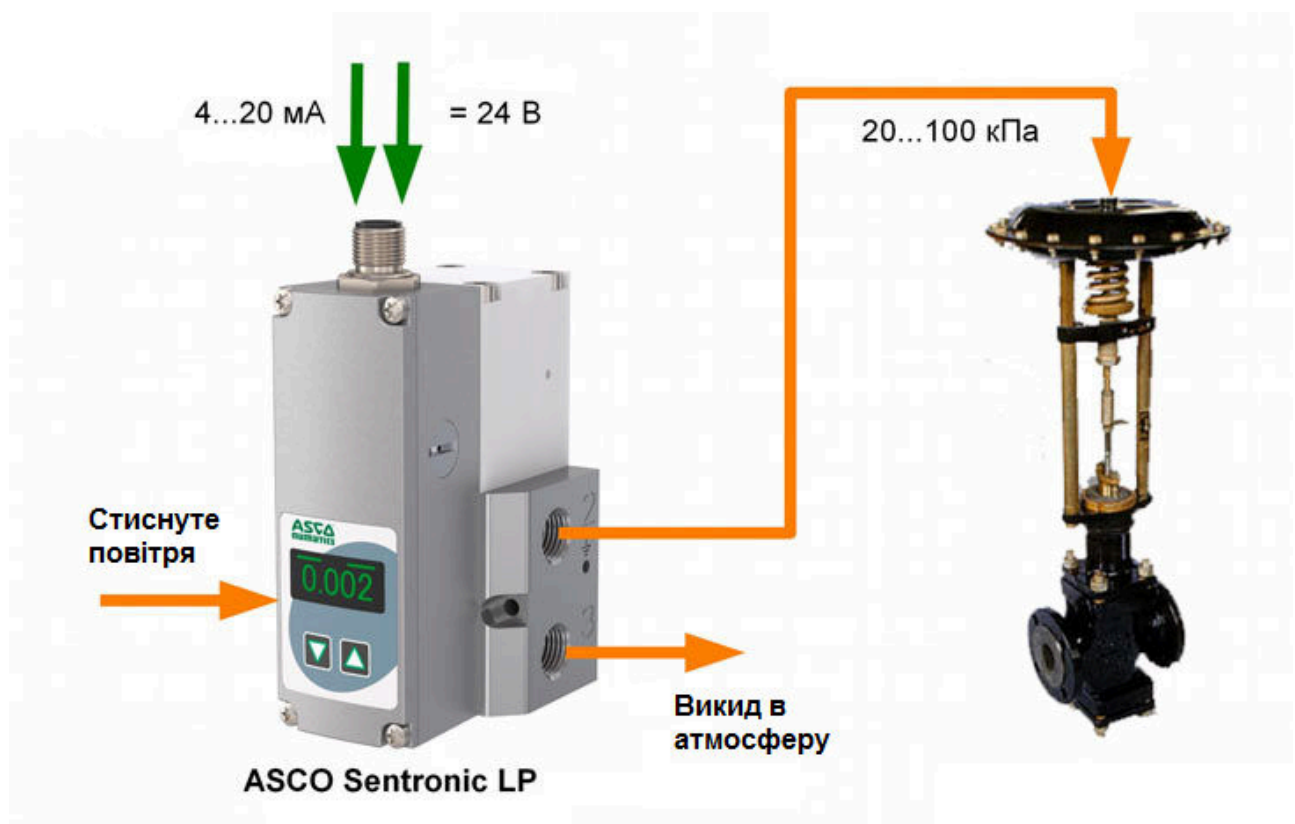


Рис. 2.27. Приклад застосування ASCO NUMATICS Sentronic LP.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

38

Пневматичні клапани

В процесі охолодження емульсії при виробництві маргарину застосовуються пневматичні клапани Dwyer Hi-Flow рис. 2.28. [7]



Рис. 2.28. Вид пневматичного клапану Dwyer Hi-Flow.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

HI-FLOW™ CONTROL VALVES

Globe Valves, Ideal for Steam and Water Flow Control, 1/2" to 2-1/2" Sizes, 2-Way or 3-Way



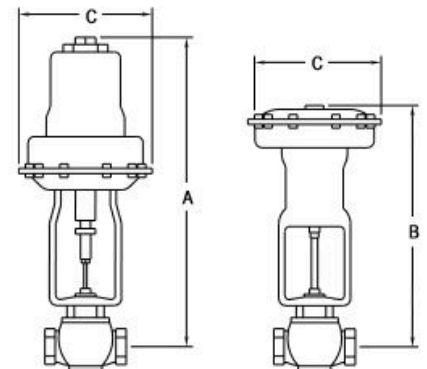
2-way with positioner



2-way with air-to-close actuator



2-way with air-to-open actuator



MODEL CHART - 2-WAY SIMPLIFIED SELECTION GUIDE WITH STANDARD PRODUCTS

Pipe Size	Cv 100%	Body Material	Air-To-Open Model	Max USP psi [bar] 3-15 [21-1.0]	A in [mm]	C in [mm]	Air-To-Close Model	Max USP psi [bar] 3-15 [21-1.0]	B in [mm]	C in [mm]
1/2"	6.45	Bronze	2000VA32-230	250 [17.2]	19-3/4 [501.7]	7-3/4 [196.9]	2000VA32-220	250 [17.2]	18-7/16 [468.3]	7-3/4 [196.9]
1/2"	6.45	316 SS	2000VA42-230	300 [20.7]	19-3/4 [501.7]	7-3/4 [196.9]	2000VA42-220	300 [20.7]	18-7/16 [468.3]	7-3/4 [196.9]
3/4"	10.75	Bronze	2001VA32-230	250 [17.2]	19-3/4 [501.7]	7-3/4 [196.9]	2001VA32-220	250 [17.2]	18-7/16 [468.3]	7-3/4 [196.9]
3/4"	10.75	Bronze	2001VA32-231	250 [17.2]	20-3/8 [517.5]	10-5/8 [269.9]	2001VA32-221	250 [17.2]	19-1/8 [485.8]	10-5/8 [269.9]
3/4"	10.75	316 SS	2001VA42-230	285 [19.7]	19-3/4 [501.7]	7-3/4 [196.9]	2001VA42-220	300 [20.7]	18-7/16 [468.3]	7-3/4 [196.9]
3/4"	10.75	316 SS	2001VA42-231	300 [20.7]	20-3/8 [517.5]	10-5/8 [269.9]	2001VA42-221	300 [20.7]	19-1/8 [485.8]	10-5/8 [269.9]
1"	17.42	Bronze	2002VA32-230	166 [11.4]	20-3/16 [512.8]	7-3/4 [196.9]	2002VA32-220	192 [13.2]	18-7/8 [479.4]	7-3/4 [196.9]
1"	17.42	Bronze	2002VA32-231	250 [17.2]	20-13/16 [528.6]	10-5/8 [269.9]	2002VA32-221	250 [17.2]	19-9/16 [496.9]	10-5/8 [269.9]
1"	17.42	316 SS	2002VA42-230	166 [11.4]	20-3/16 [512.8]	7-3/4 [196.9]	2002VA42-220	192 [13.2]	18-7/8 [479.4]	7-3/4 [196.9]
1"	17.42	316 SS	2002VA42-231	300 [20.7]	20-13/16 [528.6]	10-5/8 [269.9]	2002VA42-221	300 [20.7]	19-9/16 [496.9]	10-5/8 [269.9]
1-1/4"	25.30	Bronze	2003VA32-230	98 [6.8]	20-5/16 [515.9]	7-3/4 [196.9]	2003VA32-220	115 [7.9]	19 [482.6]	7-3/4 [196.9]
1-1/4"	25.30	Bronze	2003VA32-231	245 [16.9]	20-15/16 [531.8]	10-5/8 [269.9]	2003VA32-221	250 [17.2]	19-11/16 [500.1]	10-5/8 [269.9]
1-1/4"	25.30	Bronze	2003VA32-233	250 [17.2]	25-13/32 [645.3]	13-3/8 [339.7]	2003VA32-223	250 [17.2]	23-1/8 [587.4]	13-3/8 [339.7]
1-1/4"	25.30	316 SS	2003VA42-230	98 [6.8]	20-5/16 [515.9]	7-3/4 [196.9]	2003VA42-220	115 [7.9]	19 [482.6]	7-3/4 [196.9]
1-1/4"	25.30	316 SS	2003VA42-231	245 [17.0]	20-15/16 [531.8]	10-5/8 [269.9]	2003VA42-221	300 [20.7]	19-11/16 [500.1]	10-5/8 [269.9]
1-1/4"	25.30	316 SS	2003VA42-233	300 [20.7]	25-13/32 [645.3]	13-3/8 [339.7]	2003VA42-223	300 [20.7]	23-1/8 [587.4]	13-3/8 [339.7]
1-1/2"	32.10	Bronze	2004VA32-230	65 [4.5]	20-11/16 [525.5]	7-3/4 [196.9]	2004VA32-220	80 [5.5]	19-3/8 [492.1]	7-3/4 [196.9]
1-1/2"	32.10	Bronze	2004VA32-231	168 [11.6]	21-5/16 [541.3]	10-5/8 [269.9]	2004VA32-221	235 [16.2]	20-1/16 [509.6]	10-5/8 [269.9]
1-1/2"	32.10	Bronze	2004VA32-233	250 [17.2]	25-25/32 [654.8]	13-3/8 [339.7]	2004VA32-223	250 [17.2]	23-1/2 [596.9]	13-3/8 [339.7]
1-1/2"	32.10	316 SS	2004VA42-230	65 [4.5]	20-11/16 [525.5]	7-3/4 [196.9]	2004VA42-220	80 [5.5]	19-3/8 [492.1]	7-3/4 [196.9]
1-1/2"	32.10	316 SS	2004VA42-231	168 [11.6]	21-5/16 [541.3]	10-5/8 [269.9]	2004VA42-221	235 [16.2]	20-1/16 [509.6]	10-5/8 [269.9]
1-1/2"	32.10	316 SS	2004VA42-233	300 [20.7]	25-25/32 [654.8]	13-3/8 [339.7]	2004VA42-223	300 [20.7]	23-1/2 [596.9]	13-3/8 [339.7]
2"	50.30	Bronze	2005VA32-230	31 [2.1]	20-15/16 [531.8]	7-3/4 [196.9]	2005VA32-220	44 [3.0]	19-5/8 [498.5]	7-3/4 [196.9]
2"	50.30	Bronze	2005VA32-231	88 [6.1]	21-9/16 [547.7]	10-5/8 [269.9]	2005VA32-221	140 [9.7]	20-5/16 [515.9]	10-5/8 [269.9]
2"	50.30	Bronze	2005VA32-233	175 [12.1]	26-1/32 [661.2]	13-3/8 [339.7]	2005VA32-223	250 [17.2]	23-3/4 [603.3]	13-3/8 [339.7]
2"	50.30	316 SS	2005VA42-230	31 [2.1]	20-15/16 [531.8]	7-3/4 [196.9]	2005VA42-220	44 [3.0]	19-5/8 [498.5]	7-3/4 [196.9]
2"	50.30	316 SS	2005VA42-231	88 [6.1]	21-9/16 [547.7]	10-5/8 [269.9]	2005VA42-221	140 [9.7]	20-5/16 [515.9]	10-5/8 [269.9]
2"	50.30	316 SS	2005VA42-233	175 [12.1]	26-1/32 [661.2]	13-3/8 [339.7]	2005VA42-223	272 [18.8]	23-3/4 [606.3]	13-3/8 [339.7]

Рис. 2.29. Розміри пневматичного клапану Dwyer Hi-Flow.

2.2. Схема автоматизації

Температура в змішувачі та після охолоджувача визначається датчиками температури (поз. 1а-2а) та регулюється з ПЛК через електропневматичні перетворювачі (поз. 1б-2б) пневматичними клапанами (поз. 1в-2в) подачі гарячої води та розсолу.

Визначення кількості води та жирових компонентів, що надходить в змішувач виконується лічильниками (поз. 3а-4а) та регулюється з ПЛК через електропневматичні перетворювачі (поз. 3б-4б) пневматичними клапанами (поз. 3в-4в) подачі води та жирових компонентів.

Рівень сула в змішувачі та в змішувачі-нормалізаторі визначається радарними рівнемірами (поз. 5а-6а) та регулюється з ПЛК насосами (поз. М1-М2) через магнітні пускачі (поз. КМ1-КМ2).

Визначення швидкості обертів двигунів змішувачів (поз. М3-М4) визначається датчиками (поз. 7а-8а) та регулюється через частотні перетворювачі (поз. 7б-8б).

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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-2а	по місцю	Термометр опору Pt100 з уніфікованим вихідним сигналом 4- 20мА, напруга живлення 24 В DC, діапазон вимірювань -70...+250 °С	MWD-G 8 G15 A 2 G B 0	2	KOBOLD, Німеччина
2	1б-2б	на щиті	Перетворювач електропневматичний для перетворення аналогово сигналу постійного струму: 4-20 мА в уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа. Рживл.=140 кПа, напруга живлення 24 DC.	Sentronic LP G617A4220 0A0003	2	ASCO Numatics, Ірландія
3	1в-4в	по місцю	Пневматичний виконавчий механізм, Ржив. = 140 кПа, Рвих. = 20-100 кПа.	Dwyer Hi- Flow 218VA12- 233-LRF	4	СВ «Альтера» м. Київ
4	3а-4а	по місцю	Імпульсний лічильник рідини. Напруга живлення 24 В.	DPE-1230 GB F300	2	KOBOLD, Німеччина
5	3б-4б	на щиті	Перетворювач електропневматичний для перетворення дискретного сигналу: 0-24 V в уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа. Уживл.=24 V.	Sentronic LP G617A4520 0A0003	2	ASCO Numatics, Ірландія
6	5а-6а	по місцю	Радарний рівнемір з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА, напруга живлення 24 В DC, діапазон вимірювань 0...18 м	NRM-7 A M C9T P0 0	2	KOBOLD, Німеччина

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
7	7а-8а	по місцю	Індуктивний датчик швидкості, напруга живлення 24 DC.	Schneider Electric XSAV1137 3	2	СВ «Альтера» м. Київ
8	7б-8б	на щиті	Частотний перетворювач потужність 1,5 кВт, напруга живлення 380В.	E82EV152 K4C200	2	ВОЛЬТ ЕЛЕКТРО м. Рівне
9	KM1- KM2	по місцю	Електромагнітне реле. 3 контакти. Напруга макс. 440В AC, струм комутації 20А.	relpol R3(N)- 2013-23- 5024-WTL	2	СВ Альтера м.Київ
10	M1- M2	по місцю	Насос з трьохфазним асинхронним двигуном, потужність 5.5 кВт, напруга живлення 380 В.	Grundfos TP 150- 110/6	2	Насос- Монтаж м. Київ
11	M3- M4	по місцю	Трьохфазний асинхронний двигун, потужність 3кВт, напруга живлення 380В.	AIP90L2	2	ООО "Системакс" м. Київ

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

3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Для системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину застосовується ПЛК Schneider Electric M340.

Для ПЛК Schneider Electric M340 взяті наступні модулі входів та виходів, що вказані в таблиці 3.1 та їх конфігурація вказана на рис. 3.1.

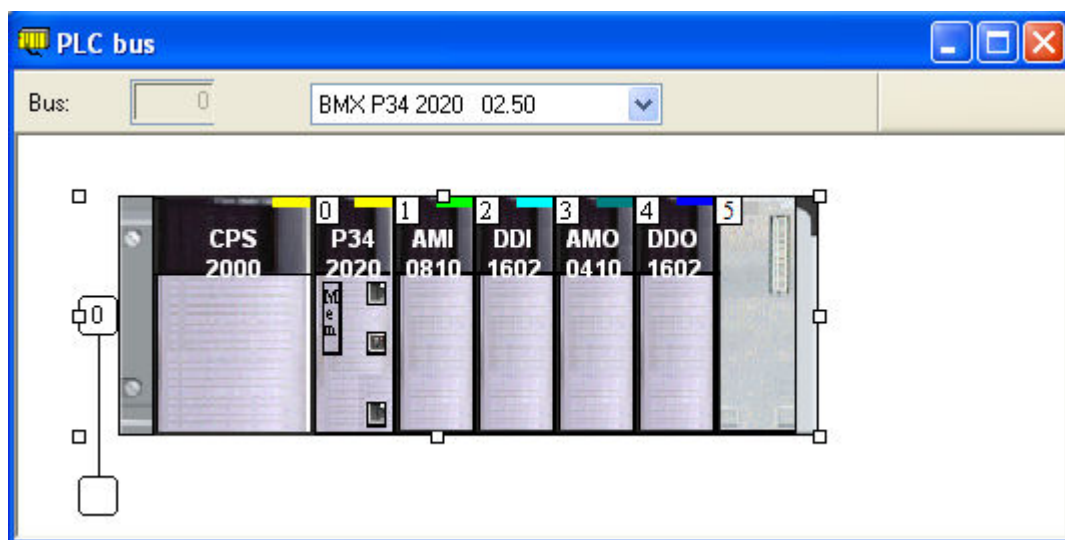


Рис. 3.1. Конфігурація модулів ПЛК M340.

					Кваліфікаційна робота				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Мозирко М.О.			Розробка системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину	Літ.	Арк.	Аркуші	
Керівник		Смітюх Я.В.						44	6
						НУХТ ЗАК-5-1			
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	1	Модуль на 8 аналогових входів
BMX AMO 0410	1	Модуль на 4 аналогових виходів
BMX DDI 1602	1	Модуль на 16 дискретних входів
BMX DDO 1602	1	Модуль на 16 дискретних виходів

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

В системі автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину в принциповій електричній схемі автоматичного регулювання зображені такі наступні елементи:

- автоматичні вимикачі (QF1-QF5) з захистом від короткого замикання;
- блоки живлення (БЖ1-БЖ2) з постійною напругою 24 В.

В системі автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину на принциповій електричній схемі автоматичного регулювання використовується така нумерація провідників:

- проводи (800-821) змінною напругою;
- проводи (900-908) з постійною напругою;
- проводи (100-107) з вимірювальними сигналами;
- проводи (200-211) з сигнали регулювання та управління;
- лінія (0800) з пневматичним сигналом живлення;
- лінії (0200-0203) з пневматичними сигналами управління.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання обертами змішувача

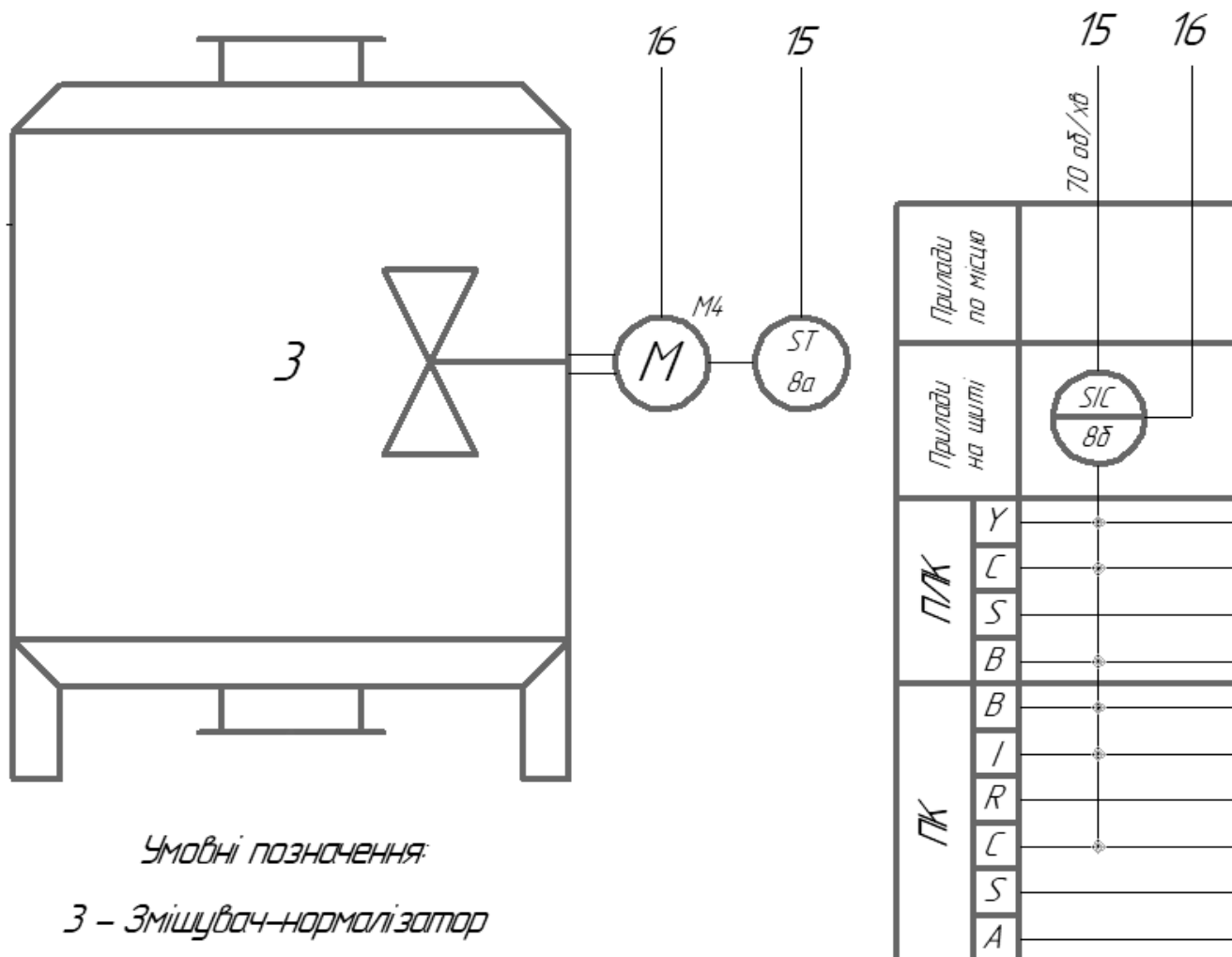


Рис. 3.2. Схема автоматизації контуру регулювання обертами змішувача.

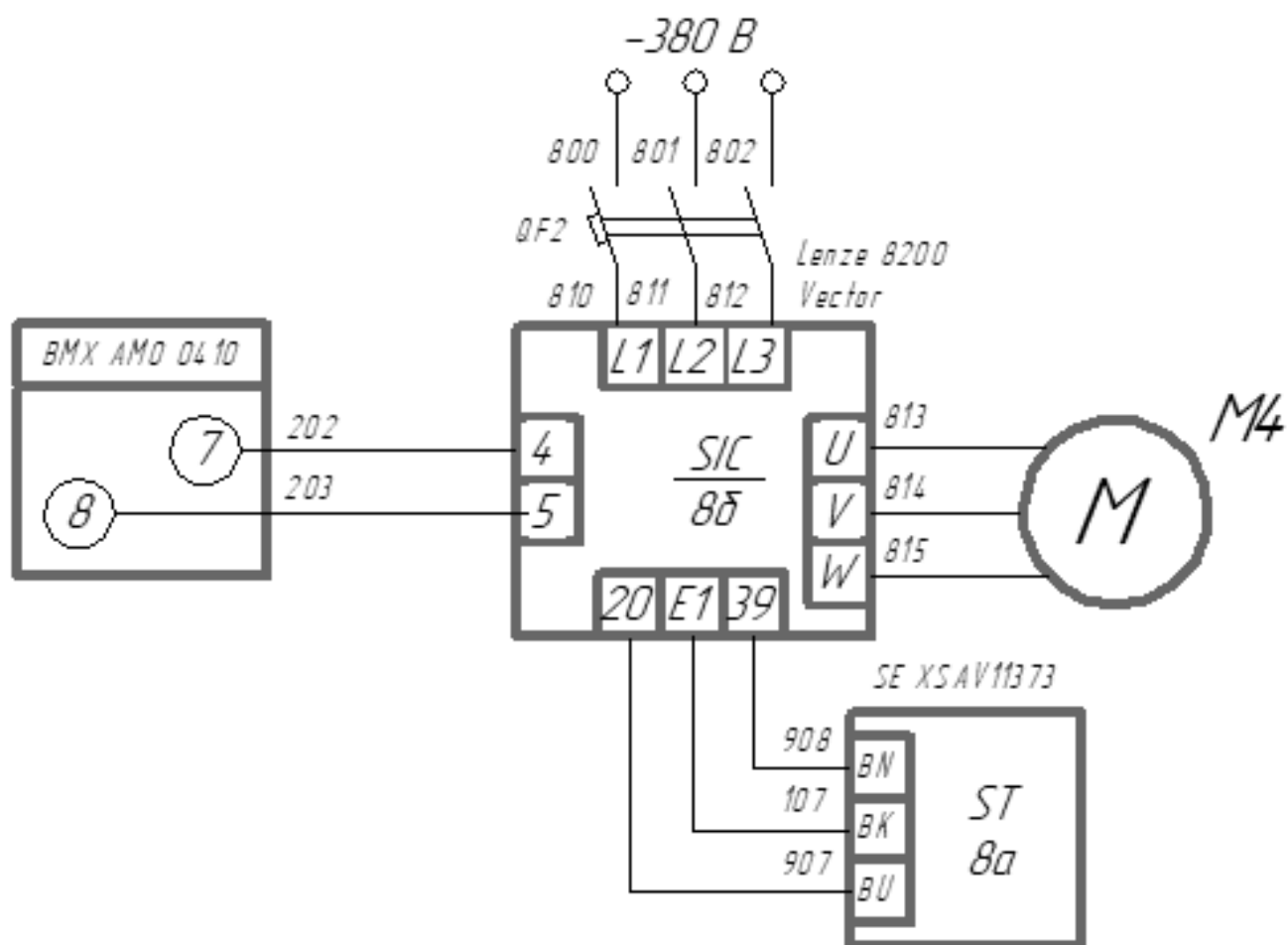


Рис. 3.3. Схема підключення частотного перетворювача Lenze 8200 Vector до BMX AMO 0410.

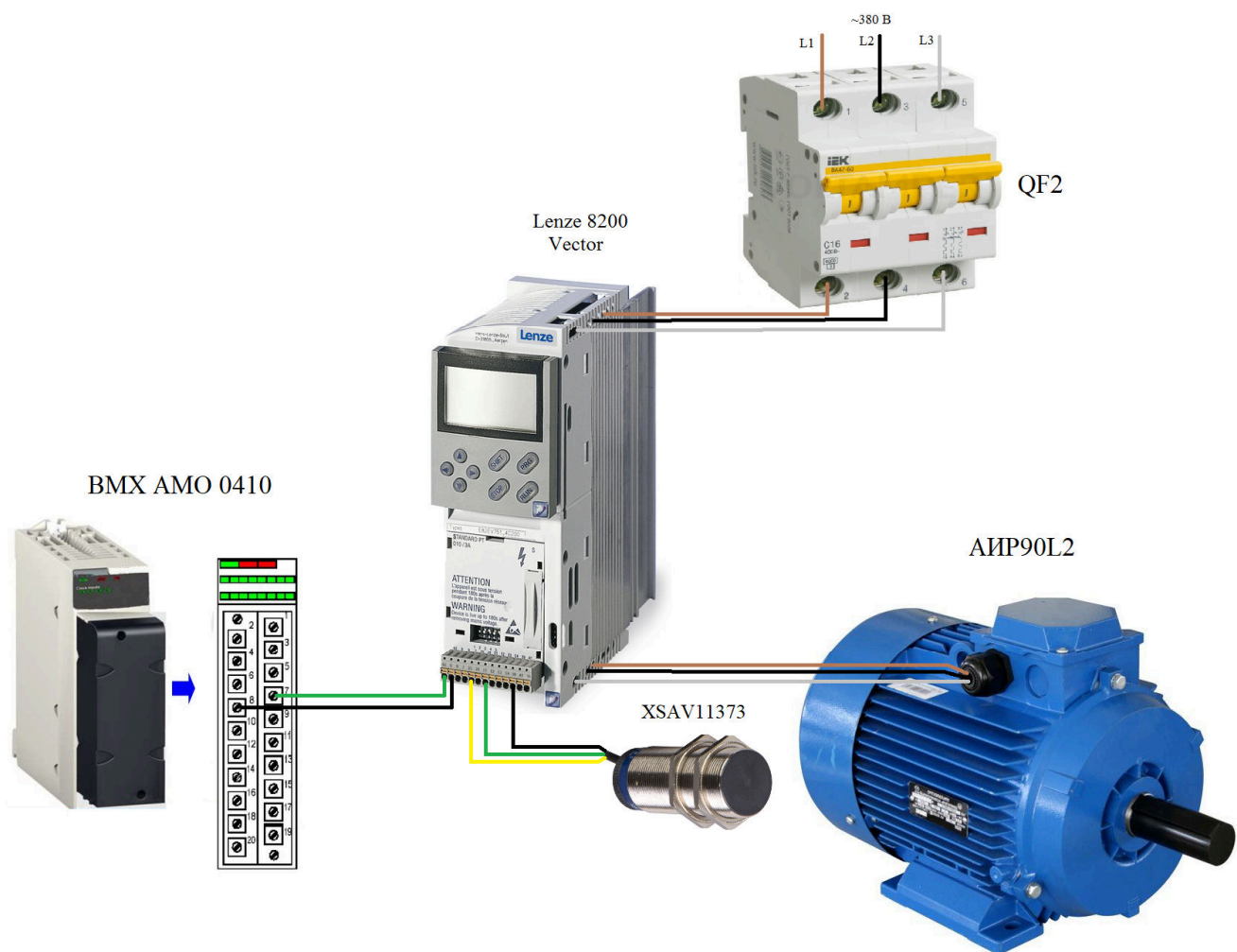


Рис. 3.5. Графічна схема підключення частотного перетворювача Lenze 8200 Vector до BMX AMO 0410.

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Для визначення значення рівня в змішувачах для процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину застосовується радарний рівнемір KOBOLD NRM (рис. 4.1). [2]



Рис. 4.1. Вигляд датчика KOBOLD NRM.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Мозирко М.О.						
Керівник		Смітюх Я.В.					50	6
						НУХТ ЗАК-5-1		
Зав. каф.		Смітюх Я.В.						
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Basic Concepts of Microwave Level Measurement

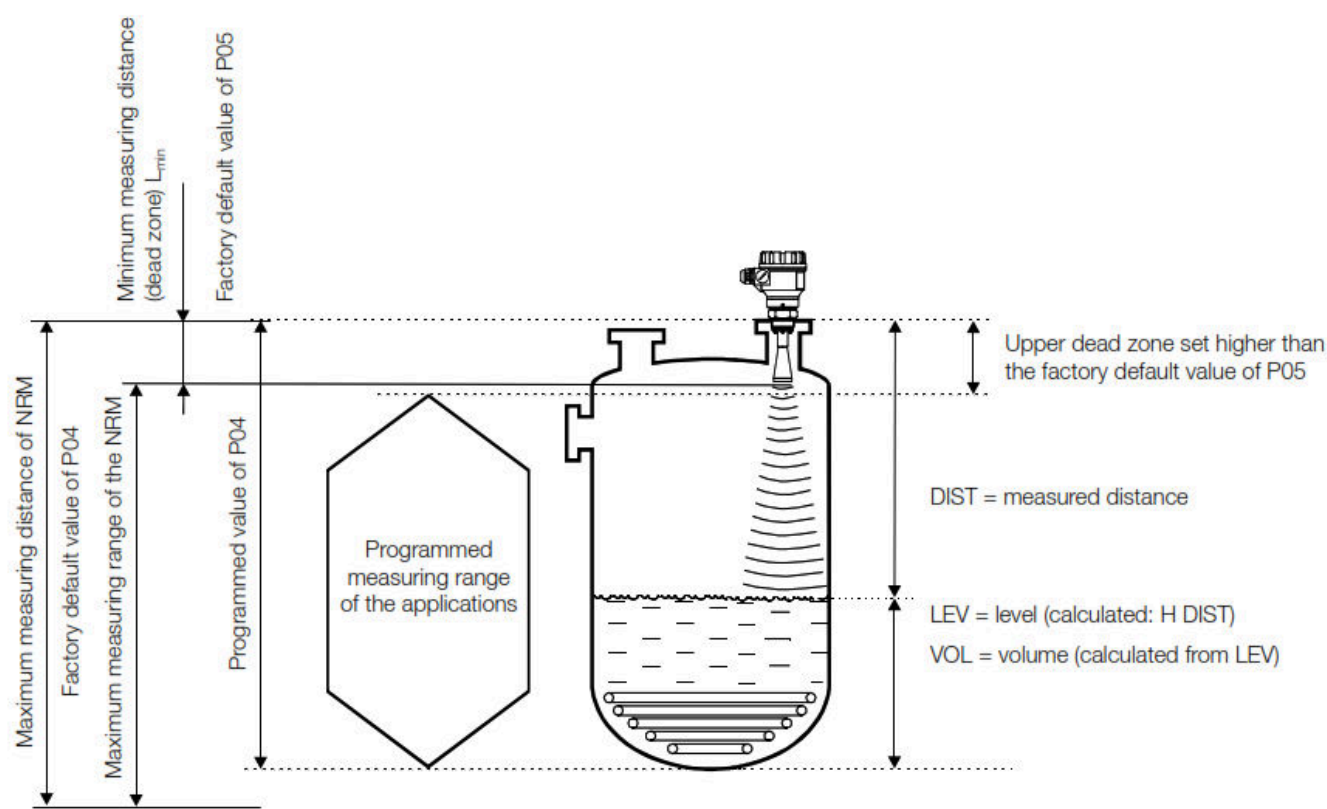


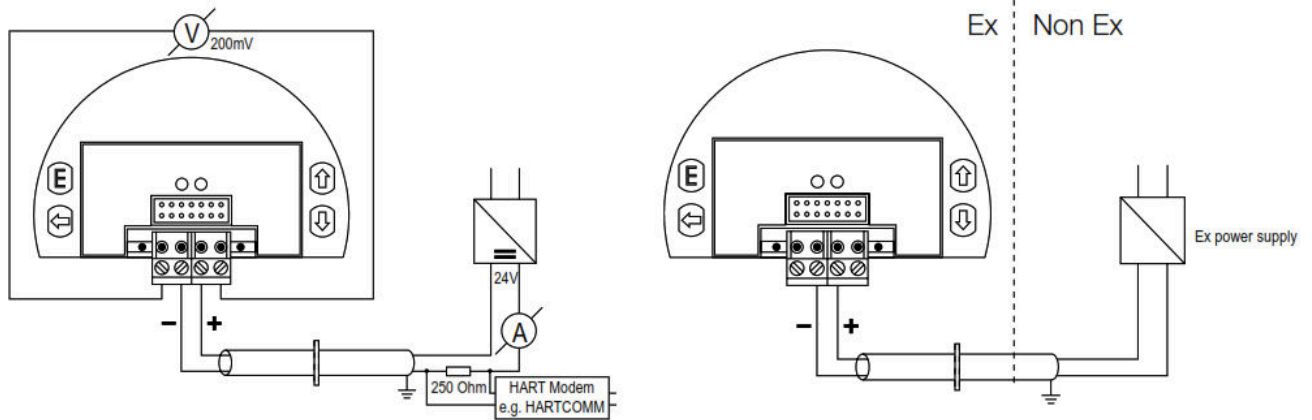
Рис. 4.2. Спосіб визначення рівня датчиком KOBOLD NRM.

Technical Details

Type		Integrated (NRM-7)	Compact (NRM-4)	
			Plastic housing	Metal housing
Measured values		level, distance, volume, mass		
Frequency of measurement signal		~25 GHz (K-band)		
Measuring range		0.2 -23 m see »Measuring ranges« page 4		
Linearity error		<0.5 m: ±25 mm, 0.5-1m: ±15 mm, 1–1.5 m: ±10 mm, 1.5–8 m: ±3 mm, >8 m: ±0.04% of the measured distance		
Min. beam angle		11° depending on the antenna type	6° depending on the antenna type	
Min. ε _r of the medium		1.9 depending on the meas. range	1.4 depending on the meas. range, see »Measuring ranges« page 4	
Resolution		1 mm		
Temperature error (accord. to EN 61298-3)		0.05% FSK/10 °C (-20 ... +60 °C)		
Power supply		20 ... 36 V _{DC} , ATEX: 20 ... 30 V _{DC}		
Output	Digital communication	4-20 mA + HART®		
	Display		NRM-300P graphical display unit (optional)	
Measuring frequency		10 ... 60 s as per application settings		
Antenna diameter		38 mm, 48 mm, 75 mm, 148 mm		
Antenna material		antenna (horn, parabolic): stainless steel 1.4571 (316 Ti); enclosure: PP, PTFE		antenna (horn, parabolic): stainless steel 1.4571 (316 Ti); enclosure: PTFE
Process temperature		-30 ... +100 °C (up to max. 2 min.: 120 °C); with PP antenna enclosure: max.: 80 °C		-30 ... +180 °C
Maximal medium pressure		25 bar (at 120 °C), with plastic antenna enclosure or plastic flange: 3 bar (at 25 °C)		
Ambient temperature		-20 ... +60 °C		
Process connection		thread, flange, Tri-Clamp®, sanitary connection		
Protection		IP 68/Ex: IP 67	IP 67	
Electrical connection		LiYCY cable 2x0.5 mm (AWG20) shielded Ø 6 mm standard cable length 5 m (max. 30 m)	2xM20x1.5 cable glands + internal thread for 2x ½" NPT cable protective pipe, cable outer diameter Ø 7 - 13 mm, wire cross section: max. 1.5 mm	
Housing material		PP	PBT	paint coated aluminium or stainless steel
Sealing		FKM, EPDM		
Communication certifications		R&TTE, FCC		
Weight		1 - 1.6 kg	aluminium 2 - 2.6 kg stainless steel 3.3 - 3.9 kg	aluminium 2.7 - 3.3 kg stainless steel 4 - 4.6 kg

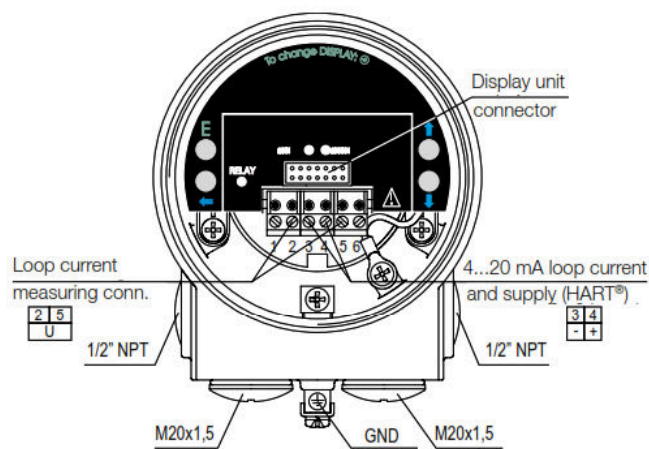
Рис. 4.3. Технічні дані датчика KOBOLD NRM.

Wiring diagram compact version (NRM-4)



Using HART® communication, in non-Ex environment

Using EX approved instrument in hazardous environment



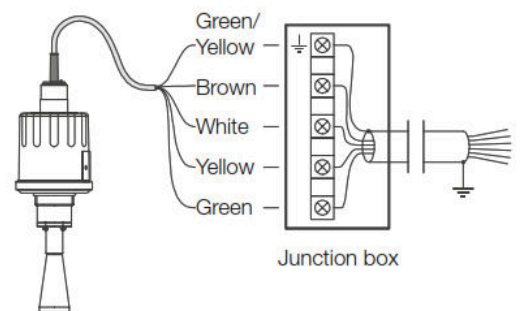
Wiring diagram integrated version (NRM-7)

Prior to wiring ensure that the power supply is turned off at the source.
(For wiring the unit 6x0,5 mm² cross section or greater cable is recommended).

The necessary programming can be made after energising the unit.

Colour codes

Green	-	(+) Positive point of current loop measurement
Yellow	-	(-) Negative point of current loop measurement
White	- I	(-) Negative point of current loop, power supply and HART®
Brown	- I	(+) Positive point of current loop, power supply and HART®
Green/Yellow	- GND	Grounding and shielding point



Extension of the integrated cable

The usage of a junction box is recommended for extending the cable.

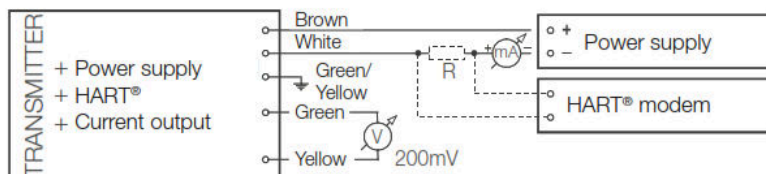


Рис. 4.4. Способи підключення радарного рівнеміра KOBOLD NRM.

Order Details Integrated Version (Example: **NRM-7 A P R80 P0 0**)

Model	Antenna/ measuring range	Material antenna/ housing	Process connection	Output/version/ approval	Options
NRM-7	A = horn-antenna DN40/ (0,2...18 m)	P = PP/PBT M = 1.4571/ PBT	R80 = BSP R8P = BSP connection with PP enclosure R8T = BSP connection with PTFE enclosure N80 = NPT N8P = NPT connection with PP enclosure N8T = NPT connection with PTFE-enclosure T9T = Tri-Clamp® 2" connection (1.4571) with PTFE enclosure C9T = pipe coupling DN50 (1.4571) with PTFE enclosure	P0 = 4-20 mA HART®/ without display (integrated) / without PA = 4-20 mA HART®/ without display (integrated) / ATEX Ex ia PI = 4-20 mA HART®/ without display (integrated) / IECEX	0 = without Y = special version (acc. to description) Y = special cable length (max. 30 m)
	B = horn-antenna DN50/ (0,2...23 m)		R90 = BSP R9P = BSP connection with PP enclosure R9T = BSP connection with PTFE enclosure N90 = NPT N9P = NPT connection with PP enclosure N9T = NPT connection with PTFE enclosure		
	C = horn-antenna DN80/ (0,2...23 m)	M = 1.4571/ PBT	FBE = DN80 PN25 1.4571 FCE = DN100 PN25 1.4571 FEE = DN150 PN25 1.4571 FBP = DN80 PP (PN25) FCP = DN100 PP (PN25) ABE = 3" RF 150 psi 1.4571 ACE = 4" RF 150 psi 1.4571 ABP = 3" RF PP (150 psi) ACP = 4" RF PP (150 psi) JBE = JIS 10K 80A 1.4571 JCE = JIS 10K 100A 1.4571 JBP = JIS 80A PP (10K) JCP = JIS 80A PP (10K)		

Рис. 4.5. Вибір параметрів при замовленні радарного рівнеміра

KOBOLD NRM.

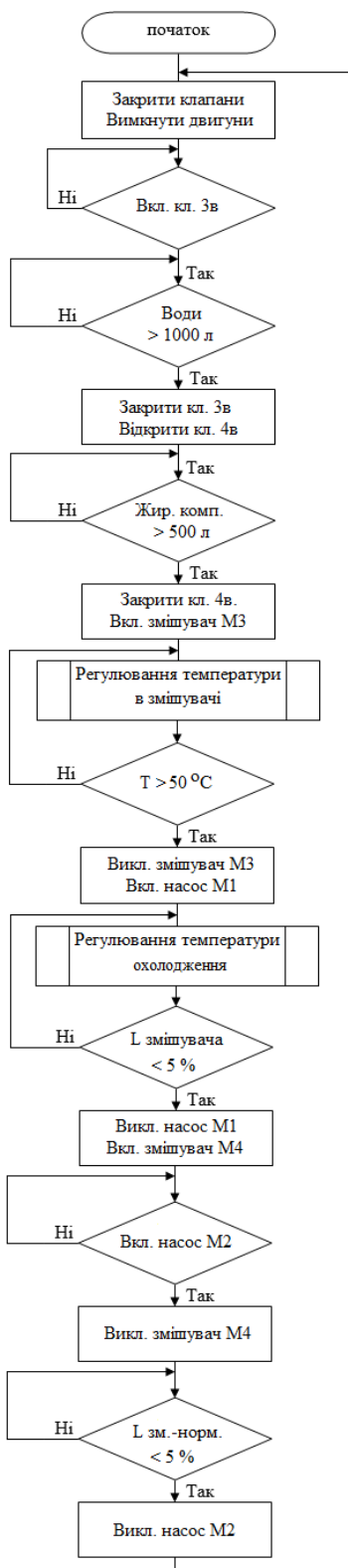
Dimensions [mm] (continued)

	Aluminium housing, horn antenna with flange	Aluminium or plastic housing, parabolic antenna with flange	Stainless steel housing, parabolic antenna with flange	High temperature version, aluminium housing, parabolic antenna with flange
Material of wetted parts	1.4571, PTFE	1.4571, PTFE	1.4571, PTFE	1.4571, PTFE
Process connection	flange	flange	flange	flange
Beam angle (-3 dB)	11°	6°	6°	6°
Dead zone L _{min}	200 mm	200 mm	200 mm	200 mm

	High temperature version, aluminium housing, 1½" horn antenna	High temperature version, aluminium housing, 2" horn antenna	High temperature version, aluminium housing, horn antenna with flange	High temperature version, aluminium housing, 2" Tri-Clamp® antenna with PTFE enclosure hygienic version
Material of wetted parts	1.4571, PTFE	1.4571, PTFE	1.4571, PTFE	1.4571, PTFE
Process connection	1½" BSP, 1½" NPT	2" BSP, 2" NPT	flange	2" Tri-Clamp®
Beam angle (-3 dB)	19°	16°	11°	25°-27°
Dead zone L _{min}	200 mm	200 mm	200 mm	300 mm

Рис. 4.6. Види та габаритні розміри радарного рівнеміра KOBOLD NRM.

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



					Кваліфікаційна робота						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину	Лім.		Арк.	Аркуші		
Розроб.		Мозирко М.О.						56	5		
Керівник		Смітюх Я.В.				НУХТ ЗАК-5-1					
Зав. каф.		Смітюх Я.В.									
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.									

Процес охолодження емульсії при виробництві маргарину виконується за таким алгоритмом, що представлено вище.

Змінні, які було використано для програми в ПЛК та їх опис наводиться в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Таблиця опису змінних для ПЛК.

Ім'я змінної	Адреса	Найменування
1	2	3
Tzm	%IW0.1.0	Температура в змішувачі
Tox1	%IW0.1.1	Температура після охолоджувача
Lzm	%IW0.1.2	Рівень в змішувачі
LzmN	%IW0.1.3	Рівень в змішувачі-нормалізаторі
Fvod	%I0.2.0	Об'єм води
Fgk	%I0.2.1	Об'єм жирових компонентів
ZmM3	%QW0.3.0	Змішувач M3
ZmM4	%QW0.3.1	Змішувач M4
klp1v	%QW0.3.2	Клапан гарячої води 1в
klp2v	%QW0.3.3	Клапан розсолу 2в
klp3v	%Q0.4.0	Клапан води 3в
klp4v	%Q0.4.1	Клапан жирових компонентів 4в
NS_M1	%Q0.4.2	Насос M1
NS_M2	%Q0.4.3	Насос M2

Програма для процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину
написана з мовою програмування ST (Structured Text):

!%L1: (*Старт процесу*)

REPEAT

klp1v:=0;

klp2v:=0;

ZmM3:=0;

ZmM4:=0;

RESET klp3v;

RESET klp4v;

RESET NS_M1;

RESET NS_M2;

UNTIL (NOT %M1)

END_REPEAT;

IF %M1 THEN (*Вкл. кл. 3в*)

SET klp3v;

END_IF;

IF (%C1.V > 1000) THEN (*Води > 1000 л*)

RESET klp3v;

SET klp4v;

END_IF;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

IF (%C2.V > 500) THEN (*Жирових компонентів > 500 л *)

RESET klp4v;

ZmM3:=235; (*70 об./хв.*)

SET %M2;

SET %M3;

REPEAT

PID(' ' ', Tzm, klp1v, %M2, %MW1:43);

UNTIL (Tzm > 3750) (*Температура > 50 °C*)

END_REPEAT;

END_IF;

IF (Tzm > 3750 AND %M3) THEN

RESET %M2;

RESET %M3;

ZmM3:=0;

SET Ns_M1;

SET %M4;

SET %M5;

REPEAT

PID(' ' ', Tox1, klp2v, %M4, %MW50:43);

UNTIL (Lzm < 500) (*Рівень в змішувачі < 5 %*)

END_REPEAT;

END_IF;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

IF (Lzm < 500 AND %M5) THEN

RESET Ns_M1;

ZmM4:=235; (*70 об./хв.*)

RESET %M5;

END_IF;

IF %M6 THEN (*Вкл. насос M2*)

SET Ns_M2;

ZmM4:=0;

RESET %M6;

RESET %M7;

END_IF;

IF (LzmN < 500 AND %M7) THEN

RESET Ns_M2;

RESET %M7;

JMP %L1;

END_IF;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

Мнемосхема процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину розроблена з використанням SCADA-програми Citect SCADA 2015. В таблиці 6.1 наведено опис змінних, що були задіяні при розробці 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
Tzm	%IW0.1.0	0	10000	-70	250	INT
Tox1	%IW0.1.1	0	10000	-70	250	INT
Lzm	%IW0.1.2	0	10000	0	18	INT
LzmN	%IW0.1.3	0	10000	0	18	INT
Fvod	%I0.2.0	0	1	0	1	BOOL
Fgk	%I0.2.1	0	1	0	1	BOOL
ZmM3	%QW0.3.0	0	10000	0	3000	INT
ZmM4	%QW0.3.1	0	10000	0	3000	INT
klp1v	%QW0.3.2	0	10000	0	100	INT
klp2v	%QW0.3.3	0	10000	0	100	INT
klp3v	%Q0.4.0	0	1	0	1	BOOL
klp4v	%Q0.4.1	0	1	0	1	BOOL
NS_M1	%Q0.4.2	0	1	0	1	BOOL
NS_M2	%Q0.4.3	0	1	0	1	BOOL

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину		
Розроб.	Мозирко М.О.						
Керівник	Смітюх Я.В.						
Зав. каф.	Смітюх Я.В.						
Секр. ЕК	Проскурка Є.С.				Лім. Арк. Аркушів 61 2 НУХТ ЗАК-5-1		

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину дозволяє забезпечити оператора інформацією про технологічні параметри з АРМ оператора – автоматизованого робочого місця, та дає змогу при необхідності вносити управляючу дію для змішувачів, насосів та клапанів вручну.

Вигляд мнемосхеми процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину зображено на рис. 6.2.

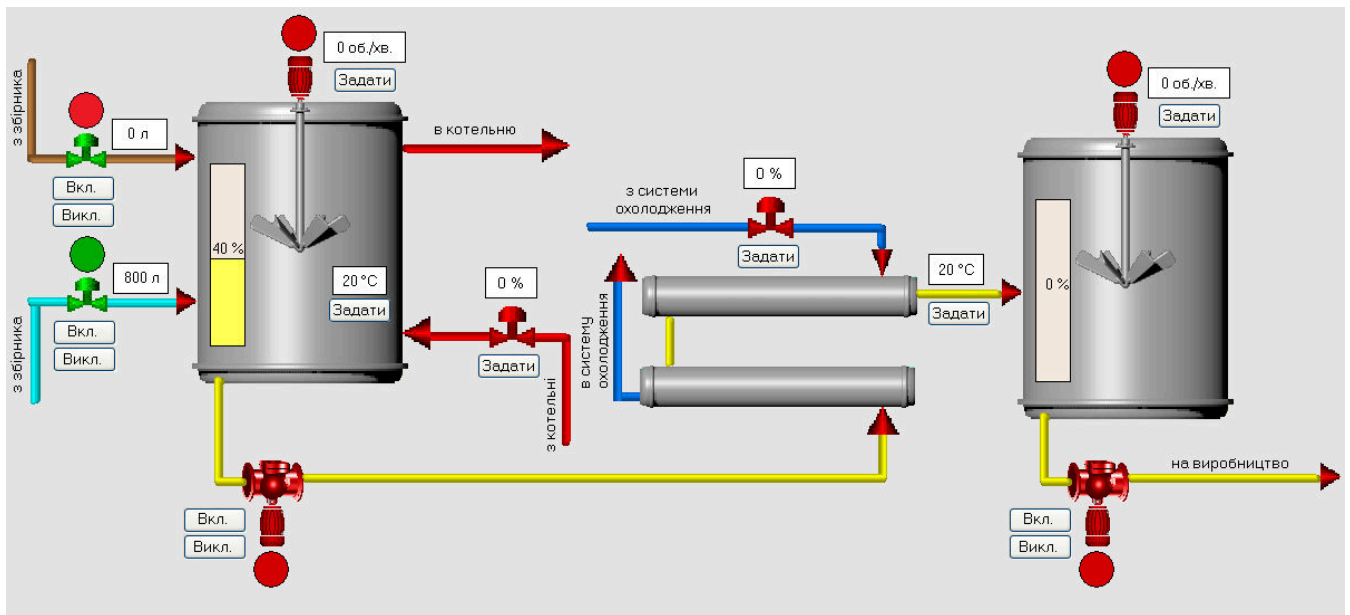


Рис. 6.2. Мнемосхема процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину.

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

7.1. Постановка задачі дослідження

Для задачі регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі під час проходження процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину необхідно розрахувати оптимальні параметри налаштування (ОПН) ПІ-регулятора (рис. 7.1).

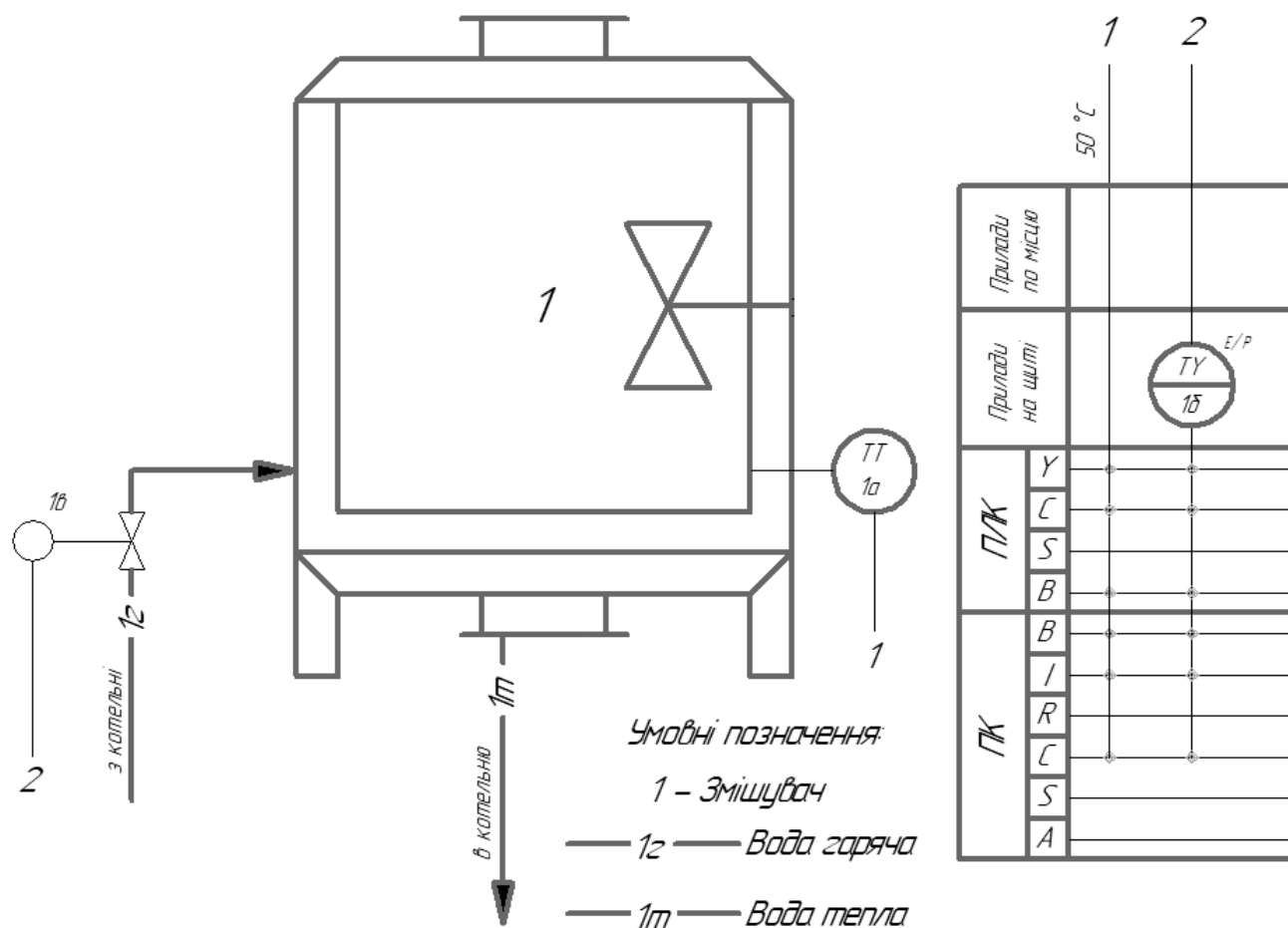


Рис. 7.1. Схема регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі.

Постановка задачі комп'ютерного моделювання: для регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі визначити ОПН ПІ-регулятора.

					Кваліфікаційна робота						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину	Літ.		Арк.	Аркуші		
Розроб.		Мозирко М.О.						63	8		
Керівник		Смітюх Я.В.				НУХТ ЗАК-5-1					
Зав. каф.		Смітюх Я.В.									
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.									

7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

На параметричній схемі зображено обрані входні та вихідні канали по каналу регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі (рис. 7.2).



Рис. 7.2. Параметрична схема по каналу регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі.

$z(t)$ – початкова температура емульсії, °C, T_{Em} (рис. 7.3);

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

$y(t)$ – температура нагрітої емульсії в змішувачі, °C, T_{Nem} (рис. 7.3).

Модель по каналу регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі реалізована з ланок: запізнення та аперіодичної ланки (рис. 7.3):

- аперіодична ланка:

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

- ланка запізнювання:

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

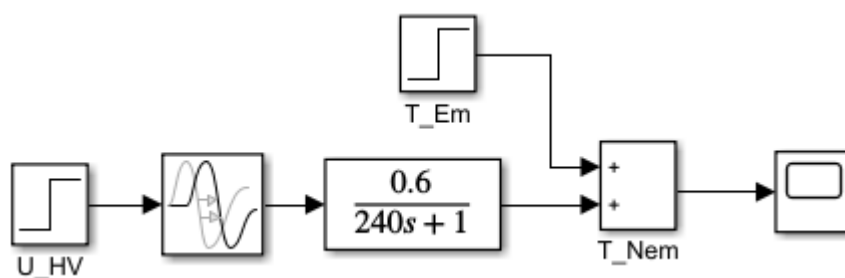


Рис. 7.3. Модель по каналу регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі.

7.3. Моделювання САР

Вибираємо метод для визначення оптимальних параметрів налаштування (ОПН) ПІ-регулятора з таблиці [8] – процес з мінімальною інтегрально-квадратичною оцінкою та порівнюємо (2) з процесом з мінімальним часом регулювання (1):

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	$k_{p1} = \frac{1}{4.5 k_{об} T}$	$k_{p1} = \frac{1}{1.7 k_{об} T}$	$k_{p1} = \frac{1}{1.7 k_{об} T}$
II	$k_p = \frac{0.3T}{k_{об} \tau}$	$k_p = \frac{0.9T}{k_{об} \tau}$	$k_p = \frac{0.7T}{k_{об} \tau}$
III	1 $k_p = \frac{0.6T}{k_{об} \tau}$ $T_i = T$	$k_p = \frac{T}{k_{об} \tau}$ $T_i = T$	2 $k_p = \frac{0.7T}{k_{об} \tau}$ $T_i = 0.7T$
ПД	$k_p = \frac{0.95T}{k_{об} \tau}$ $T_i = 2.4\tau$ $T_\delta = 0.4\tau$	$k_p = \frac{1.4T}{k_{об} \tau}$ $T_i = 1.3\tau$ $T_\delta = 0.5\tau$	$k_p = \frac{1.2T}{k_{об} \tau}$ $T_i = 2\tau$ $T_\delta = 0.4\tau$

Визначаємо ОПН для ПІ-регулятора:

Метод 1:

$$k_{об} = 0,6; T = 240; \tau_{зп} = 20;$$

$$k_p = (0,6 * 240) / (0,6 * 20) = 12;$$

$$T_i = T_{об} = 240; k_i = k_p / T_i = 12 / 240 = 0,05.$$

Метод 2:

$$k_{об} = 0,6; T = 240; \tau_{зп} = 25;$$

$$k_p = (0,7 * 240) / (0,6 * 20) = 14;$$

$$T_i = 0,7 * T_{об} = 0,7 * 240 = 168; k_i = k_p / T_i = 14 / 168 = 0,08.$$

Визначені ОПН за методом 1 для ПІ-регулятора підставимо в модель (рис. 7.4).

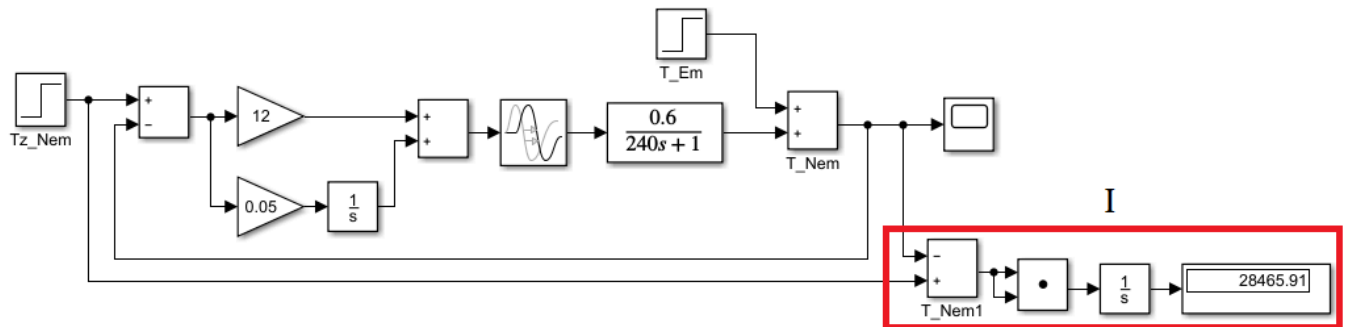


Рис. 7.4. Модель по каналу регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі з ПІ-регулятором.

Також визначаємо інтегрально-квадратичний критерій:

$$I = \int_0^t (T_{зд} - T_d)^2 dt, \quad I \rightarrow \min$$

$T_{зд}$ – задане значення температура, °С.

T_d – дійсне значення температура, °С.

Отримаємо наступний перехідний процес з визначеними настройками ПІ-регулятора та показником інтегрально-квадратичного критерія: $I = 28465.91$ (рис. 7.5).

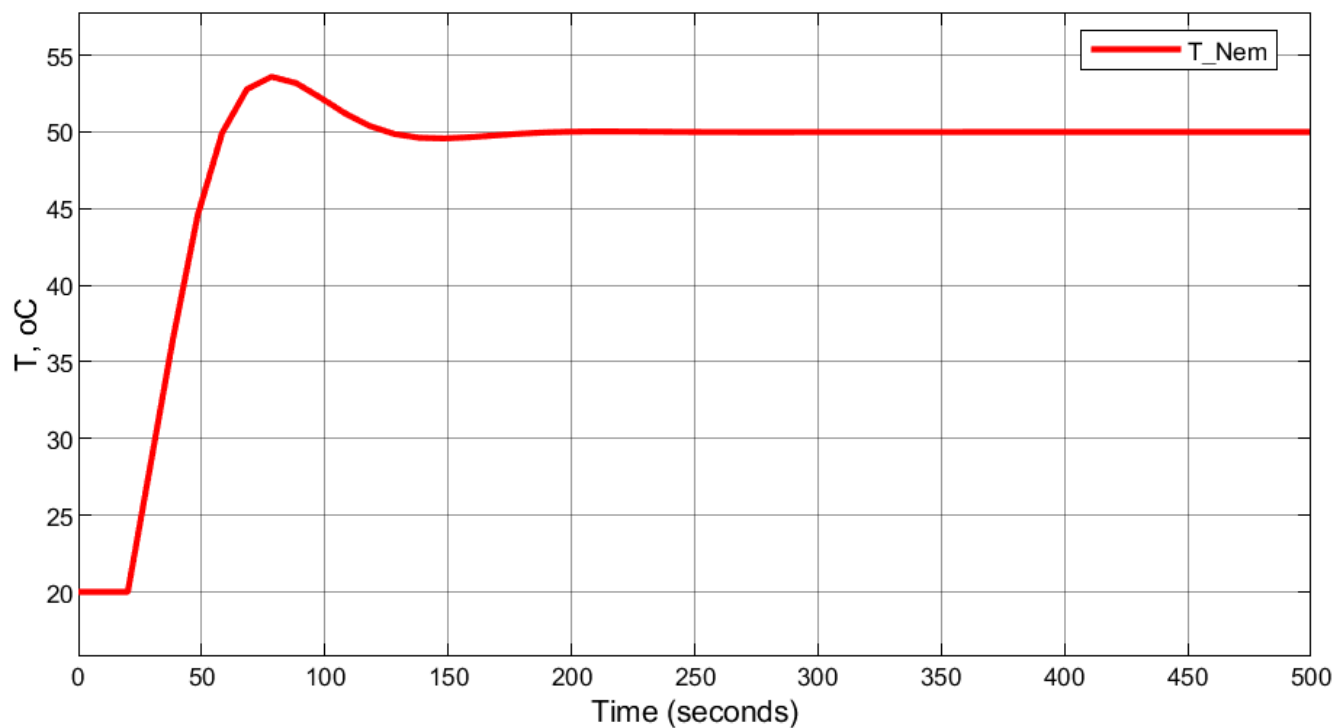


Рис. 7.5. Перехідний процес по каналу регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі з ПІ-регулятором.

Визначені ОПН за методом 2 для ПІ-регулятора підставимо в модель (рис. 7.6).

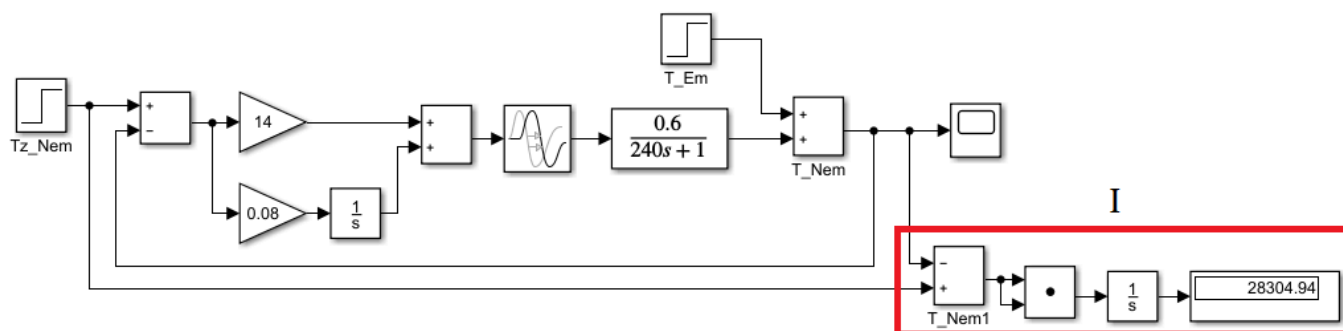


Рис. 7.6. Модель по каналу регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі з ПІ-регулятором.

Отримаємо наступний перехідний процес з визначеними настройками ПІ-регулятора та показником інтегрально-квадратичного критерія: $I = 28304.94$ (рис. 7.7).

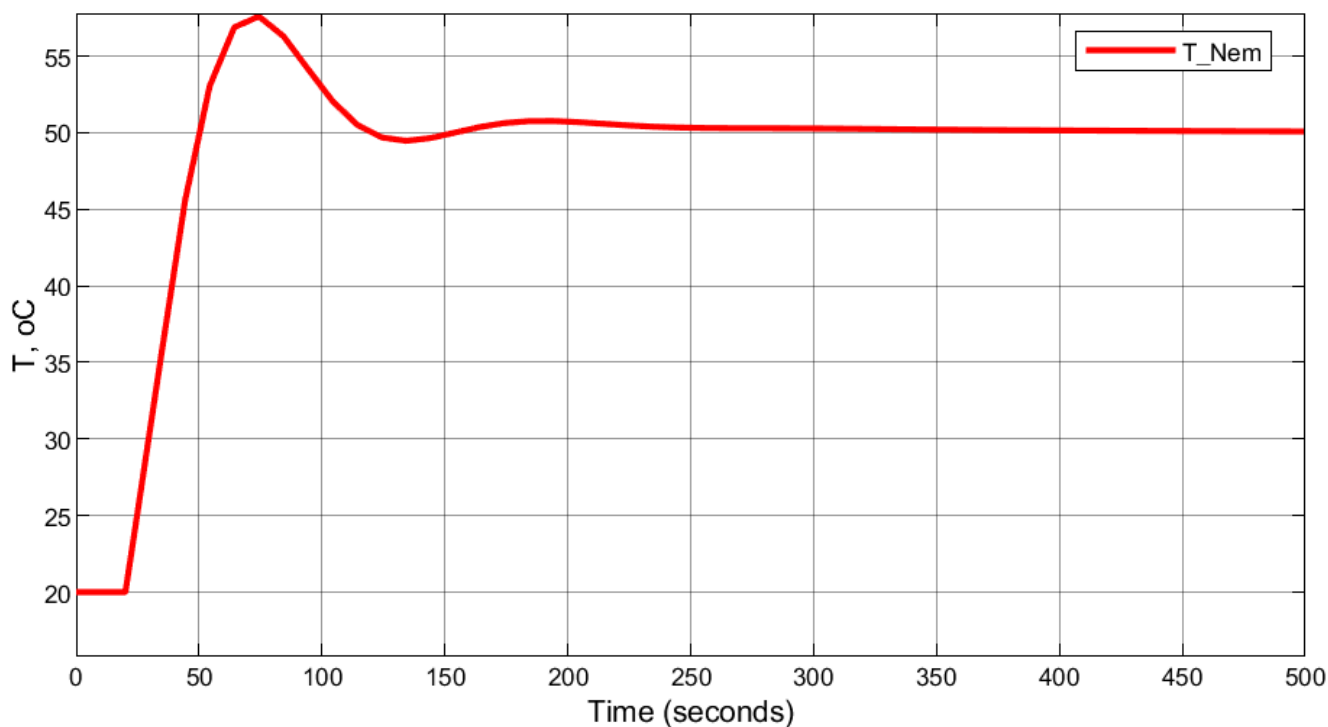


Рис. 7.7. Перехідний процес по каналу регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі з ПІ-регулятором.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

68

Порівняння перехідних процесів методу 1 та методу 2 вказано на рис.7.8.

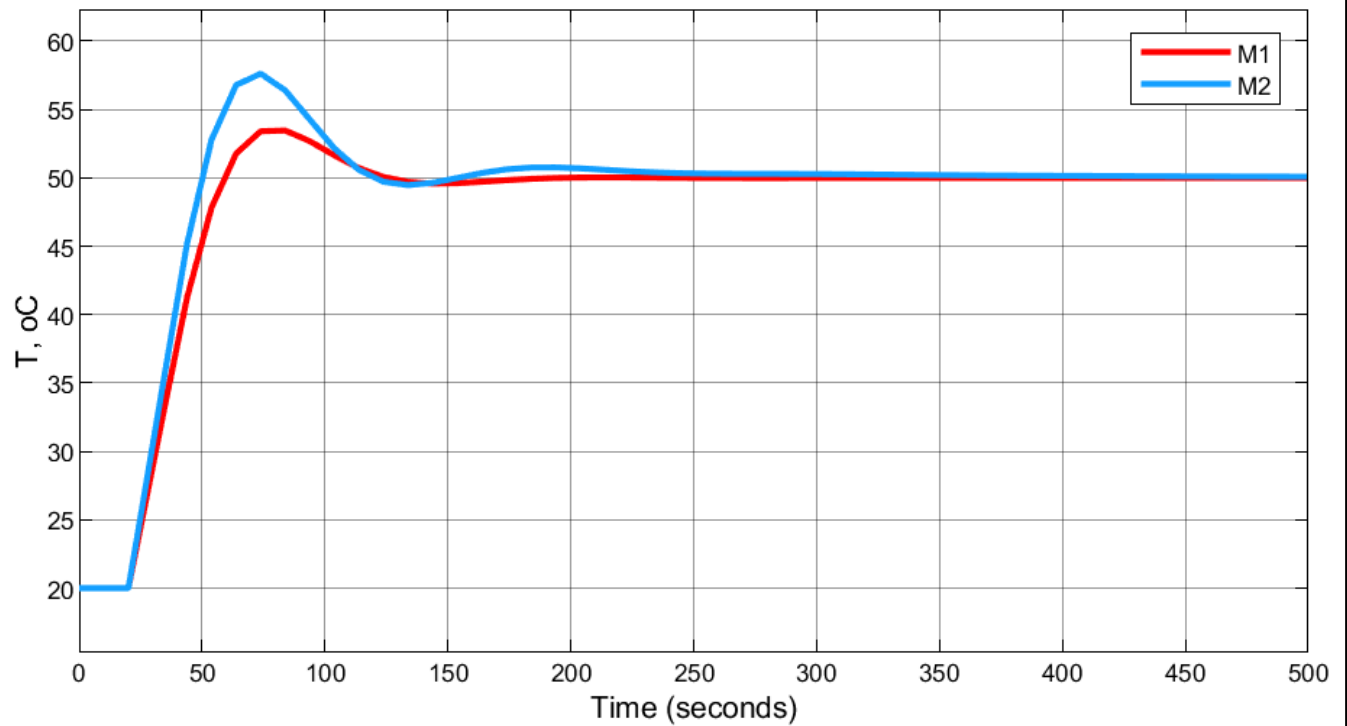


Рис. 7.8. Порівняння перехідних процесів методу 1 та методу 2.

7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків

Результати проведеного комп'ютерного моделювання для системи автоматичного регулювання (САР) по каналу регулювання температури нагріву емульсії в змішувачі дозволило порівняти методи: процес з мінімальною інтегрально-квадратичною оцінкою (2) та процес з мінімальним часом регулювання (1), при знаходженні оптимальних параметрів налаштування (ОПН) ПІ-регулятора:

Метод 1:

- $k_p = 12$ – коефіцієнта підсилення;
- $T_i = 240$ – час інтегрування;
- $k_i = 0,05$ – коефіцієнта інтегрування;
- $I = 28465.91$ – показником інтегрально-квадратичного критерія.

Метод 2:

- $k_p = 14$ – коефіцієнта підсилення;
- $T_i = 168$ – час інтегрування;
- $k_i = 0,08$ – коефіцієнта інтегрування;
- $I = 28304.94$ – показником інтегрально-квадратичного критерія.

Порівняння методів 1 та 2 показало, що хоч і показник I при другому методі і менше, але при цьому збільшується динамічна похибка і коливальність перехідного процесу.

Висновки

В кваліфікаційній роботі описано процес розробки системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину з використанням популярних технічних засобів автоматизації.

В системі автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину було задіяно ПЛК Schneider Electric M340.

Було застосовано Citect SCADA 2015 для розробки дисплейної мнемосхеми процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину для використання в автоматизованому робочому місці (АРМ) оператора.

Проведене комп'ютерне моделювання допомогло порівняти методи для визначення оптимальних параметрів настройки (ОПН) ПІ-регулятора для регулювання температури підігріву емульсії в змішувачі.

Використання популярних технічних засобів автоматизації при розробці системи автоматизації процесу охолодження емульсії при виробництві маргарину дозволить отримувати якісно охолоджену емульсію для подальшого процесу виробництва маргарину, що в свою чергу на даному етапі дозволить зменшити витрату енергоресурсів та збільшити прибутковість виробництва.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Industrial Resistance Thermometers. URL:
<https://www.kobold.com/uploads/files/mwd-gb-temperature.pdf>
2. Non-Contact Radar Level Transmitter. URL:
<https://www.kobold.com/uploads/files/nrm-gb-level.pdf>
3. Turbine Wheel Flowmeter for liquids. URL:
<https://www.kobold.com/uploads/files/dpe-gb-flow.pdf>
4. Inductive proximity sensors XS range. Catalogue. URL:
https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=Catalogue+Inductive+proximity+sensors+XS+range.pdf&p_Doc_Ref=DIA4ED2150801EN
5. Lenze 8200 Vector. URL:
<https://inverterdrive.com/file/lenze-8200-technical-manual>
6. PROPORTIONAL VALVES Sentronic LP. URL:
https://www.valves-direct.com/temp-pdfs/Series_617_-_ASCO_NUMATICS_Sentronic_LP_Proportional_Valves.pdf
7. HI-FLOW™ CONTROL VALVES. URL:
https://dwyer-inst.com/PDF_files/Hi_Flow_d.pdf
8. 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.
9. Трегуб В.Г. Проективання систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
10. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2006. – 844 с.
11. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 2 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2009. – 944 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 12.Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
- 13.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.
- 14.Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
- 15.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.
- 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: 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.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 23.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.
- 24.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.
- 25.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.
- 26.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.
- 27.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.
- 28.Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Засєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
- 29.Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
- 30.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.
- 31.Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovoi Literature, 2014.- 240 p.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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
- 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.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		