

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
комп'ютерно-інтегрованих
технологій, мехатроніки
і робототехніки

28 серпня 2024 р.,
протокол № 6

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Засоби відображення інформації

у системах автоматизації технологічних процесів»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»
спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

освітньо-професійна програма «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка»

факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки
та робототехніки

кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації
ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Схвалено на засіданні кафедри
робототехніки, електроенергетики та
автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна
27 серпня 2024 р.,
протокол № 7

Розробник: к.т.н., доцент кафедри робототехніки, електроенергетики та
автоматизації ім. проф. Б.Б.Самотокіна ДОБРЖАНСЬКИЙ Олександр

Житомир
2024 – 2025 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 2

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Тема 1.1. Складові PLC та HMI.....	4
Тема 1.2. Область введення/виведення PLC та HMI.....	5
Тема 1.3. PLC та HMI в Ethernet.....	7
Тема 1.4. PLC та HMI в промислових польових мережах.....	8
Тема 2.1. Візуалізації в DOPSoft.....	10
Тема 2.2. Зв'язок візуалізації з PLC по Modbus.....	12
Тема 2.3. Програмована логіка в DOPSoft.....	13
Тема 3.1. Візуалізація в CoDeSys та її зв'язок з PLC.....	16
Тема 3.2. CoDeSys-сумісні HMI та PLC.....	18
Тема 3.3. Програмована логіка в CoDeSys за стандартом IEC 61131.....	20
Тема 4.1. Візуалізації в Movicon.....	23
Тема 4.2. Зв'язок візуалізації з PLC по OPC.....	25
Тема 4.3. Застосування Movicon-сумісної VIPA Touch Panel HMI.....	27
Глосарій.....	30
Рекомендована література.....	31
Інформаційні ресурси в Інтернеті.....	31

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 3

Вступ

HMI (Human-Machine Interface) – це інтерфейс, що забезпечує взаємодію між людиною та машиною. Він відіграє важливу роль у сучасних технологіях і має величезне значення в різних галузях.

Засоби відображення інформації на виробництві відіграють ключову роль у забезпеченні ефективності процесів, підвищенні продуктивності праці та безпеки. Вони забезпечують передачу критично важливих даних операторам, які приймають рішення, і дозволяють контролювати стан виробничих систем у реальному часі.

Перш за все, HMI робить технології доступнішими. Досить складно було б взаємодіяти зі складними системами без інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу. HMI спрощує керування складними процесами, будь то промислові машини, автомобілі чи навіть побутова техніка. Від яскравих екранів сенсорних панелей до голосових команд – усе це створено для зручності користувача.

Якісно розроблений HMI підвищує безпеку. Наприклад, в автомобілях інтерактивні дисплеї допомагають водієві слідкувати за станом транспорту і знижують ймовірність аварій. У промисловості HMI дозволяє операторам швидко реагувати на помилки системи чи аварійні ситуації.

До основних засобів відображення інформації на виробництві належать візуальні інтерфейси, такі як дисплеї, екрани, сигнальні панелі та діаграми.

Сучасні графічні дисплеї забезпечують інтерактивну взаємодію між оператором і машиною. На таких дисплеях відображаються параметри роботи, діагностичні дані, попередження про несправності та інша важлива інформація. Використання кольорових схем і піктограм дозволяє оперативно ідентифікувати критичні стани.

На багатьох виробництвах активно застосовуються аудіовізуальні засоби, такі як сигналізація та оповіщення. Наприклад, звукові сигнали вказують на необхідність негайної дії оператора у разі виникнення аварійної ситуації. Візуальні засоби, наприклад, світлодіодні індикатори, сигналізують про поточний стан обладнання.

HMI також має вирішальне значення для підвищення продуктивності. Інтуїтивний інтерфейс зменшує час навчання персоналу та прискорює виконання задач. На сучасному виробництві оператори можуть налаштовувати і контролювати роботизовані системи за допомогою простого дотику до екрана.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 4

Значення НМІ зростає з розвитком технологій, таких як Інтернет речей (IoT) та штучний інтелект (AI). Ці інтерфейси служать мостом між користувачем і складними алгоритмами, полегшуючи їх розуміння та використання.

Інтелектуальні системи можуть автоматично аналізувати дані та надавати оператору лише релевантну інформацію, зменшуючи ймовірність помилок. Віддалені інтерфейси, доступні через мобільні пристрої або комп'ютери, забезпечують контроль за виробничими процесами навіть з віддалених місць.

НМІ – це більше, ніж просто інструмент. Це ключовий фактор розвитку технологій, забезпечення зручності, безпеки і продуктивності в сучасному світі.

Тема 1.1. Складові PLC та НМІ

Процесорний модуль. Модуль блока живлення. Модулі прийому вхідних та видачі вихідних сигналів. Набір мережевих інтерфейсів та інтерфейсів точка-точка. Модульність PLC та НМІ. Схеми захисту ліній вхідних та вихідних сигналів.

Процесорний модуль

Процесорний модуль є серцем PLC. Він відповідає за виконання програмного забезпечення, обробку вхідних та вихідних сигналів, а також забезпечення логіки контролю. Сучасні процесори обладнані потужними ядрами, що забезпечують високу швидкість обчислень, і вбудованими функціями, такими як діагностика та обробка переривань. Вони також підтримують багатозадачність, що дозволяє одночасно виконувати декілька програм.

Модуль блока живлення

Модуль живлення забезпечує енергопостачання як самого PLC, так і підключених модулів. Типовими характеристиками є надійність і стабільність напруги. У сучасних системах часто використовуються резервні модулі живлення, які гарантують безперебійність роботи у разі збою основного джерела енергії.

Модулі прийому вхідних та видачі вихідних сигналів

Ці модулі є ключовими для інтеграції PLC з технологічними процесами. Модулі вхідних сигналів збирають дані з датчиків, тоді як вихідні керують виконавчими механізмами, такими як реле чи електродвигуни. Вони бувають дискретними або аналоговими залежно від типу сигналу. Використання фільтрів та схем гальванічної розв'язки допомагає зменшити вплив шумів та перешкод.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 5

Набір мережевих інтерфейсів та інтерфейсів точка-точка

PLC оснащуються різноманітними інтерфейсами для зв'язку з іншими пристроями. Серед популярних мережевих стандартів – Ethernet, Profibus, CAN і Modbus. Інтерфейси точка-точка, наприклад, RS-232 або RS-485, забезпечують зв'язок із специфічними приладами або системами. Завдяки мережевим інтерфейсам PLC можуть обмінюватися даними у реальному часі, що сприяє інтеграції у складні системи автоматизації.

Модульність PLC та HMI

Модульність є визначальною характеристикою сучасних PLC та HMI. Вона дозволяє адаптувати систему під конкретні задачі за допомогою додавання або заміни модулів. Наприклад, у HMI можна вибрати різні дисплеї, від стандартних сенсорних екранів до великих панелей. У PLC можна додати нові входи/виходи, інтерфейси або навіть функціональні модулі, такі як регулятори чи лічильники.

Схеми захисту ліній вхідних та вихідних сигналів

Для забезпечення довговічності та надійності систем, у PLC застосовуються схеми захисту від перенапруги, коротких замикань та електромагнітних перешкод. Наприклад, використовуються варистори, діодні схеми захисту або запобіжники. Захист дозволяє уникнути пошкодження обладнання та забезпечує стабільну роботу навіть у складних умовах.

Тема 1.2.

Область введення/виведення PLC та HMI

Адресність для входів/виходів PLC. Типи входів/виходів PLC. Попередня обробка сигналів з входів. Робота із вхідними/вихідними сигналами у програмі PLC. Виведення сигналів в енергонезалежну пам'ять PLC. Налаштування попередньої обробки вхідних сигналів перед передачею у програму PLC.

Адресність для входів/виходів PLC

Адресність є важливим аспектом роботи PLC, що забезпечує унікальну ідентифікацію кожного входу та виходу. Кожен вхідний і вихідний сигнал має власну адресу в системі пам'яті PLC. Ця адреса дозволяє програмному забезпеченню однозначно звертатися до конкретного елементу. Наприклад, дискретні входи можуть мати адреси типу I1.0, тоді як аналогові входи часто позначаються як AI1. Універсальна система адресації є основою для надійного обміну даними.

Типи входів/виходів PLC

Існують два основних типи входів/виходів: дискретні та аналогові.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 6

- *Дискретні входи/виходи* працюють з двійковими сигналами (вкл./викл.), що використовуються для управління, наприклад, вимикачами чи реле.

- *Аналогові входи/виходи* забезпечують роботу з аналоговими сигналами, такими як напруга або струм, які відображають безперервні процеси, наприклад, температуру або швидкість.

Додатково існують спеціалізовані модулі для імпульсних, частотних або цифрових сигналів.

Попередня обробка сигналів з входів

Попередня обробка вхідних сигналів здійснюється для забезпечення їхньої якості та надійності. Наприклад, у випадку аналогових сигналів застосовуються фільтри для усунення шуму. Для дискретних входів можуть використовуватися схеми антидребезгу контактів. Ці заходи дозволяють зменшити вплив перешкод та покращити точність отриманих даних.

Робота із вхідними/вихідними сигналами у програмі PLC

У програмному середовищі PLC вхідні та вихідні сигнали обробляються за допомогою логічних операцій. Вхідні сигнали надходять у вигляді значень з відповідних адрес. Програма контролює процеси, аналізуючи ці значення і генеруючи відповідні вихідні сигнали. Для обробки сигналів часто використовуються функціональні блоки або прямий доступ до регістрів пам'яті.

Виведення сигналів в енергонезалежну пам'ять PLC

Енергонезалежна пам'ять дозволяє зберігати дані вхідних/вихідних сигналів навіть у разі відключення живлення. Це особливо корисно для реєстрації критично важливих параметрів або станів системи. Дані можуть зберігатися у вигляді таблиць або регістрів, забезпечуючи доступність для подальшого аналізу.

Налаштування попередньої обробки вхідних сигналів перед передачею у програму PLC

Попередня обробка вхідних сигналів включає калібрування, фільтрацію та масштабування. Наприклад, аналоговий сигнал може бути масштабований з діапазону 4-20 мА до значень у внутрішній системі координат PLC (наприклад, 0-10 000). Налаштування виконується через конфігураційне програмне забезпечення або вручну через HMI, що дозволяє врахувати специфіку обладнання.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 7

Тема 1.3. PLC та HMI в Ethernet

Фізичні основи Ethernet з'єднання. Основи IPv4, IPv6 адресації. Маска підмережі. Шлюз підмережі. Розбиття адресної області на підмережі. Роутер та свіч. Елементарні операції діагностики мережних налаштувань та якості зв'язку між пристроями в мережі.

Фізичні основи Ethernet-з'єднання

Ethernet є технологією локальних мереж (LAN), яка забезпечує передачу даних між пристроями за допомогою фізичних середовищ, таких як кабелі Cat5e, Cat6 чи оптоволокно. На фізичному рівні передача даних здійснюється у вигляді пакетів. Ethernet підтримує топологію "зірка", де центральним вузлом є свіч або маршрутизатор. Фізичний доступ до середовища здійснюється за допомогою протоколу CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), що мінімізує колізії у мережі.

Основи IPv4, IPv6 адресації

Адресація є ключовим елементом для ідентифікації пристроїв у мережі. IPv4 – це 32-бітна система адресації, яка має обмежений простір адрес (близько 4,3 мільярда). Формат IPv4 виглядає як чотири десяткові числа, розділені крапками (наприклад, 192.168.1.1). У свою чергу, IPv6 – це 128-бітна система, що дозволяє використовувати значно більшу кількість адрес. IPv6 представлена у шістнадцятковому форматі, наприклад, 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334. В обох випадках адресація є важливим аспектом для налаштування PLC та HMI.

Маска підмережі

Маска підмережі визначає, яка частина IP-адреси належить до мережі, а яка – до вузла. Наприклад, маска 255.255.255.0 вказує, що перші три октети представляють адресу мережі, а останній октет – адресу вузла. Правильна конфігурація маски підмережі забезпечує коректну маршрутизацію пакетів у мережі.

Шлюз підмережі

Шлюз підмережі – це пристрій, який забезпечує з'єднання між різними мережами. У налаштуваннях PLC та HMI шлюз підмережі використовується для передачі даних до зовнішніх мереж або пристроїв. Наприклад, якщо PLC перебуває в одній підмережі, а HMI – в іншій, маршрутизація через шлюз забезпечує їхню взаємодію.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 8

Розбиття адресної області на підмережі

Поділ адресного простору на підмережі дозволяє ефективніше використовувати доступні ресурси. Це досягається за допомогою варіації маски підмережі. Наприклад, мережа 192.168.1.0/24 може бути розділена на дві підмережі 192.168.1.0/25 і 192.168.1.128/25. Це дозволяє виділяти окремі підмережі для різних сегментів виробництва.

Роутер та свіч

Роутери та свічі є основними компонентами Ethernet-мережі. Свіч (комутатор) працює на канальному рівні моделі OSI, забезпечуючи комутацію даних між пристроями в межах однієї мережі. Роутер функціонує на мережевому рівні, виконуючи маршрутизацію пакетів між різними мережами. Для PLC та HMI свічі зазвичай використовуються для створення локальної мережі, тоді як роутери забезпечують зв'язок з іншими сегментами.

Елементарні операції діагностики мережних налаштувань та якості зв'язку

Діагностика мережі є важливим аспектом підтримки працездатності систем. Основні операції включають:

Ping: перевірка доступності пристрою у мережі.

Tracert/Traceroute: аналіз маршруту проходження пакетів.

Перевірка налаштувань IP: забезпечує правильність адресації.

Моніторинг швидкості: дозволяє виявити проблеми з пропускнуою здатністю.

Аналіз журналів: допомагає виявляти помилки у зв'язку між PLC і HMI.

Тема 1.4.

PLC та HMI в промислових польових мережах

Фізичні основи промислової польової мережі. Основи адресації в промисловій мережі. Майстер/підлеглий в промисловій польовій мережі. Параметри зв'язку пристроїв в промисловій польовій мережі.

Фізичні основи промислової польової мережі

Промислові польові мережі забезпечують передачу даних між контролерами, датчиками, виконавчими механізмами та HMI. На фізичному рівні для з'єднання зазвичай використовуються екрановані кабелі, які захищають сигнал від електромагнітних завад. Стандартні фізичні середовища включають двопровідні

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 9

кабелі для RS-485, вита пара для Ethernet або оптоволокну для високошвидкісної передачі даних.

Протоколи, такі як Profibus, Modbus RTU, EtherCAT, чи Profinet, визначають правила передачі даних у польовій мережі. Вибір конкретного фізичного середовища та протоколу залежить від вимог до пропускну здатності, стійкості до перешкод та віддаленості пристроїв.

Основи адресації в промисловій мережі

Кожен пристрій у мережі має унікальну адресу для ідентифікації. У протоколах, таких як Modbus, пристроям присвоюються адреси (зазвичай у діапазоні 1-247), що дозволяє головному пристрою (майстру) звертатися до конкретного підлеглого. У випадку мережі Ethernet використовується IP-адресація, яка забезпечує більшу гнучкість і масштабованість.

Правильна конфігурація адресації є критично важливою для уникнення конфліктів у мережі. Наприклад, у Profinet або Ethernet/IP адреси конфігуруються вручну або автоматично через механізми DHCP.

Майстер/підлеглий в промисловій польовій мережі

Архітектура типу "майстер/підлеглий" є традиційною моделлю для промислових мереж. Майстер – це центральний контролер (наприклад, PLC), який ініціює обмін даними. Підлеглі пристрої (датчики, приводи) відповідають на запити майстра. Цей підхід гарантує впорядковану комунікацію та мінімізує колізії даних.

У сучасних мережах також використовуються багатомастерні конфігурації, які забезпечують гнучкість та відмовостійкість. Наприклад, Profinet дозволяє кільком PLC працювати як майстри в одній мережі.

Параметри зв'язку пристроїв в промисловій польовій мережі

Ефективність роботи мережі залежить від налаштування параметрів зв'язку. Ключові параметри включають:

Швидкість передачі даних: У RS-485 швидкість варіюється від 9600 до 12 Мбіт/с, тоді як Ethernet забезпечує до 1 Гбіт/с.

Частота оновлення: Для динамічних процесів важливо забезпечити мінімальну затримку при оновленні даних.

Синхронізація часу: Забезпечує узгодженість операцій, особливо у складних системах.

Стійкість до перешкод: Вибір фізичного середовища та правильне екранування мають критичне значення.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 10

Тема 2.1. Візуалізації в DOPSoft

Початкові налаштування при створенні проєкту візуалізації. Багатоекранний режим проєкту візуалізації. Інтерактивні візуальні елементи: сигнальні лампи, перемикачі, кнопки, слайдери, часові тренди, історичні тренди, таблиця алармів. Бібліотеки графічних примітивів. Багатомовність проєкту. Запуск проєкту без та з панеллю оператора. Створення програм управління для PLC та зв'язування їх з елементами візуалізації.

Програмне забезпечення DOPSoft призначене для створення людино-машинних інтерфейсів (HMI) у промисловій автоматизації. Воно забезпечує гнучкість, ефективність і широкі можливості візуалізації, які сприяють взаємодії оператора з технологічним процесом. У цій статті розглянуто ключові аспекти роботи з DOPSoft.

Початкові налаштування при створенні проєкту візуалізації

Першим кроком у створенні проєкту є вибір моделі панелі оператора (HMI), яка відповідає вимогам застосування. У програмі DOPSoft цей етап включає визначення роздільної здатності екрана, кольорової гами та типу пристрою. Після цього встановлюються основні параметри, такі як мова інтерфейсу, частота оновлення екрана та комунікаційні протоколи для з'єднання з PLC. Це гарантує узгодженість між апаратним забезпеченням і програмним середовищем.

Багатоекранний режим проєкту візуалізації

DOPSoft дозволяє реалізувати багатоекранний режим, що є важливим для складних систем. У цьому режимі кілька екранів інтегруються в одну систему, що забезпечує зручну навігацію між різними рівнями управління чи відображенням даних. Наприклад, окремі екрани можуть використовуватись для відображення технологічних процесів, налаштувань параметрів, таблиці алармів чи трендів. Використання кнопок переходу або меню значно полегшує взаємодію оператора з системою.

Інтерактивні візуальні елементи

Інтерактивні елементи у DOPSoft є ключовими для забезпечення зручності користувача. Найпоширенішими серед них є:

- *Сигнальні лампи:* Індикація станів системи, таких як "робота", "помилка" чи "стоп".
- *Перемикачі та кнопки:* Використовуються для запуску процесів, перемикання режимів чи встановлення значень параметрів.
- *Слайдери:* Застосовуються для регулювання змінних, наприклад, швидкості чи температури.
- *Часові тренди:* Відображають динаміку змін параметрів у реальному часі.
- *Історичні тренди:* Дозволяють аналізувати дані за попередні періоди.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 11

- *Таблиця алармів*: Забезпечує реєстрацію та відображення тривожних подій у системі.

Ці елементи налаштовуються через DOPSoft із можливістю інтеграції з PLC для динамічної взаємодії.

Бібліотеки графічних примітивів

DOPSoft пропонує бібліотеки графічних примітивів, що включають стандартні елементи, такі як кнопки, стрілки, рамки, та спеціалізовані іконки для промислових додатків. Ці бібліотеки дозволяють створювати привабливі й функціональні інтерфейси без необхідності розробки власної графіки. Примітиви легко адаптуються за розміром, кольором та стилем, що прискорює процес розробки проєкту.

Багатомовність проєкту

Однією з переваг DOPSoft є підтримка багатомовності. Розробник може створити інтерфейс із кількома мовними варіантами, що зручно для використання у міжнародних проєктах. Для цього використовуються текстові таблиці, де кожна фраза або підпис має переклад. Користувач може змінювати мову безпосередньо на панелі оператора.

Запуск проєкту без та з панеллю оператора

DOPSoft дозволяє протестувати проєкт без необхідності використання фізичної панелі оператора. Це здійснюється через емулятор, що відображає функціональність НМІ на комп'ютері. Після завершення тестування проєкт завантажується на панель оператора через USB або мережу Ethernet для реального використання. Такий підхід дозволяє виявити та виправити можливі помилки ще на етапі розробки.

Створення програм управління для PLC та зв'язування їх з елементами візуалізації

Для інтеграції НМІ з PLC необхідно створити програму управління, яка забезпечує взаємодію з візуальними елементами. У програмі PLC визначаються регістри та змінні, що пов'язані з кнопками, слайдерами або індикаторами на НМІ. Зв'язування здійснюється шляхом вказання адрес цих регістрів у DOPSoft. Наприклад, кнопка "Старт" може бути прив'язана до бітового регістру, що активує відповідний вихід PLC.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 12

Тема 2.2. Зв'язок візуалізації з PLC по Modbus

Прив'язування прийнятих сигналів Modbus до інтерактивних елементів візуалізації. Передача сигналів за протоколом Modbus. Налаштування параметрів зв'язку для роботи НМІ в мережі Modbus.

Прив'язування прийнятих сигналів Modbus до інтерактивних елементів візуалізації

Прив'язування сигналів Modbus до інтерактивних елементів НМІ є важливим етапом у створенні ефективного інтерфейсу. У цьому процесі кожен сигнал з PLC, який передається за протоколом Modbus, асоціюється з конкретним елементом візуалізації, таким як кнопки, індикатори, слайдери чи таблиці.

На практиці це виглядає так:

Визначення адрес реєстрів Modbus: Кожен сигнал у PLC відповідає певному реєстру або бітовому стану (наприклад, Coil, Input Register).

Прив'язування до елементів: У програмному забезпеченні НМІ (наприклад, DOPSoft) визначається відповідність між адресою реєстру та інтерактивним елементом. Наприклад, індикатор може бути налаштований на зміну кольору в залежності від значення Coil-реєстру.

Налаштування візуальних параметрів: Дизайнери встановлюють візуальні властивості елементів, такі як кольорові схеми, анімації чи текстові підписи, щоб оператори могли легко розпізнавати стани процесу.

Ця інтеграція дозволяє створювати інтуїтивно зрозумілі системи, які полегшують взаємодію з технологічним обладнанням.

Передача сигналів за протоколом Modbus

Протокол Modbus дозволяє обмінюватися даними між пристроями у двох основних режимах: RTU (Remote Terminal Unit) і TCP (Transmission Control Protocol).

Modbus RTU працює через послідовні з'єднання (наприклад, RS-485), використовуючи компактний формат даних. Він є популярним для локальних мереж завдяки стійкості до перешкод.

Modbus TCP базується на Ethernet-з'єднанні, забезпечуючи більшу швидкість і можливість інтеграції в ширші мережі.

Передача даних у Modbus реалізується через *запити та відповіді*:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 13

Майстер (HMI) ініціює запит до підлеглого (PLC), використовуючи вказану адресу.

Підлеглий (PLC) обробляє запит і передає відповідь, яка може включати значення реєстрів або підтвердження виконаної операції.

Обробка даних: HMI інтерпретує отримані дані та відображає їх у зрозумілому вигляді для оператора.

Налаштування параметрів зв'язку для роботи HMI в мережі Modbus

Коректна конфігурація параметрів зв'язку є основою для ефективної роботи HMI в мережі Modbus. Основні налаштування включають:

Адресація: Для кожного пристрою в мережі встановлюється унікальна адреса. У Modbus RTU це можуть бути значення від 1 до 247, а в Modbus TCP використовується IP-адресація.

Швидкість передачі даних: У разі використання Modbus RTU встановлюються такі параметри, як швидкість бітів (наприклад, 9600 біт/с) і парність (None, Even або Odd). Для Modbus TCP важливо налаштувати порт (зазвичай 502) та пропускну здатність мережі Ethernet.

Типи реєстрів: У специфікації Modbus визначено кілька типів реєстрів:

Coil (реєстр станів) – для двійкових сигналів.

Discrete Input (вхідний стан) – для дискретних входів.

Holding Register (утримуваний реєстр) – для збереження даних.

Input Register (вхідний реєстр) – для даних з датчиків.

Частота запитів: Частота обміну даними визначає затримку між оновленнями даних на HMI. Оптимізація цього параметра допомагає уникнути перевантаження мережі та втрати даних.

Тема 2.3. Програмована логіка в DOPSoft

Текстова мова програмування для написання скриптів у проєктах DOP Soft: загальні відомості. Оператори та можливості цієї мови.

Програмовані логічні контролери (PLC) та людино-машинні інтерфейси (HMI) є важливими елементами промислової автоматизації, і програмне забезпечення DOPSoft забезпечує створення ефективних візуальних інтерфейсів. Одним із ключових аспектів роботи з DOPSoft є можливість використовувати текстову

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 14

мову програмування для написання скриптів у проєктах, що додає гнучкості та функціональності до розроблених рішень. У цій статті розглянуто загальні аспекти текстової мови програмування в DOPSoft, а також її оператори та можливості.

Текстова мова програмування для написання скриптів у проєктах DOPSoft:

Загальні відомості

DOPSoft дозволяє створювати користувацькі скрипти, що значно розширює можливості HMI. Ці скрипти пишуться текстовою мовою програмування, яка нагадує логіку більш відомих мов, таких як C або Pascal. Основна мета скриптів — виконання складних обчислень, автоматизація повторюваних дій, а також організація специфічної взаємодії між елементами візуалізації та PLC.

Скрипти у DOPSoft можуть працювати з різними типами даних, такими як цілі числа, дробові числа та логічні змінні. Вони можуть бути пов'язані з подіями на екрані HMI, такими як натискання кнопок, зміна параметрів слайдера або активація сигналів.

Користувацькі скрипти дають можливість налаштовувати логіку під специфічні потреби конкретного проєкту, зокрема:

Вирахування залежностей між змінними.

Управління складними сценаріями автоматизації.

Форматування і відображення даних для зручності оператора.

Оператори та можливості текстової мови програмування DOPSoft

Мова програмування в DOPSoft має широкий набір операторів, які дозволяють реалізовувати різні функціональні можливості.

Оператори присвоювання та арифметики

Оператор присвоювання (=) використовується для встановлення значення змінної. Наприклад, $A = B + C$; додає значення змінних B і C, присвоюючи результат змінній A.

Арифметичні оператори, такі як +, -, *, /, забезпечують виконання математичних операцій. Також підтримується обчислення залишку від ділення через оператор %.

Логічні оператори

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 15

Логічні оператори (AND, OR, NOT) застосовуються для роботи з булевими значеннями. Наприклад, IF (X > 5 AND Y < 10) THEN ... дозволяє виконувати умови на основі логічних виразів.

Умовні конструкції

Конструкції IF...THEN...ELSE забезпечують виконання різних дій залежно від умов. Наприклад:

```
IF (Temperature > 100) THEN
    Alarm = TRUE;
ELSE
    Alarm = FALSE;
ENDIF;
```

Цикли

DOPSoft підтримує цикли FOR, WHILE та DO...WHILE, що дозволяють організовувати повторювані дії. Наприклад:

```
FOR I = 1 TO 10 DO
    Sum = Sum + I;
ENDFOR;
```

Робота зі змінними

Скрипт підтримує локальні та глобальні змінні. Локальні змінні оголошуються всередині скрипта, тоді як глобальні змінні можуть використовуватись у різних частинах проекту.

Інтеграція зі змінними PLC

Скрипти в DOPSoft можуть безпосередньо працювати зі змінними PLC через прив'язування адрес регістрів. Це дозволяє, наприклад, змінювати параметри процесів на основі операторських дій.

Таймери та лічильники

Мова підтримує роботу з таймерами, що дозволяє реалізовувати затримки, циклічні дії або контроль часу виконання завдань.

Вивід повідомлень

Скрипти дозволяють генерувати повідомлення на екрані HMI для інформування оператора про стан системи або події.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 16

Переваги текстової мови програмування в DOPSoft

Гнучкість: Користувачі можуть створювати власні функції для вирішення складних задач.

Інтеграція: Скрипти дозволяють безпосередньо взаємодіяти з інтерактивними елементами НМІ.

Автоматизація: Можливість автоматизації процесів, що підвищує ефективність роботи системи.

Тема 3.1. Візуалізація в CoDeSys та її зв'язок з PLC

Початкові налаштування при створенні проєкту візуалізації. Багатоекранний режим проєкту візуалізації. Інтерактивні візуальні елементи: сигнальні лампи, перемикачі, кнопки, слайдери, часові тренди, історичні тренди, таблиця алармів. Запуск проєкту без та з панеллю оператора. Програми для PLC та зв'язування їх з елементами візуалізації.

Початкові налаштування при створенні проєкту візуалізації

На початковому етапі створення проєкту в CoDeSys визначаються параметри візуалізації та її зв'язок із PLC. Основні кроки включають:

Створення нового проєкту: Розробник вибирає модель PLC, яка підтримує CoDeSys, та задає базові параметри проєкту.

Налаштування комунікацій: Визначаються протоколи зв'язку, такі як Modbus, Ethernet/IP чи CANopen, що забезпечують взаємодію PLC з НМІ.

Вибір типу візуалізації: CoDeSys дозволяє створювати як локальну візуалізацію (відображення безпосередньо на панелі оператора), так і віддалену візуалізацію через веббраузер.

На цьому етапі також налаштовуються специфікації візуалізації: розміри екрана, шрифти, кольорова схема та оновлення даних.

Багатоекранний режим проєкту візуалізації

CoDeSys підтримує багатосторінкову архітектуру візуалізації, що дозволяє розробляти системи управління з кількома екранами. Кожен екран може виконувати окрему функцію, наприклад:

Моніторинг технологічних параметрів у реальному часі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 17

Налаштування обладнання.
Відображення аварійних сигналів (алармів).
Аналіз історичних даних.

Перемикання між екранами реалізується за допомогою інтерактивних елементів, таких як кнопки або меню, що забезпечує зручність для операторів.

Інтерактивні візуальні елементи

CoDeSys пропонує широкий набір інструментів для створення інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів:

Сигнальні лампи: Відображають стани системи, такі як "Увімкнено", "Аварія" тощо.

Перемикачі та кнопки: Використовуються для управління процесами, запуску або зупинки обладнання.

Слайдери: Дозволяють оператору змінювати параметри (наприклад, швидкість обертання).

Часові тренди: Відображають зміни параметрів у реальному часі.

Історичні тренди: Можливість аналізу історичних даних для визначення тенденцій і покращення процесів.

Таблиця алармів: Реєструє тривожні сигнали, забезпечуючи швидкий доступ до інформації про збої чи відхилення.

Усі ці елементи налаштовуються через зручний редактор інтерфейсу в CoDeSys і інтегруються із змінними PLC.

Запуск проєкту без та з панеллю оператора

CoDeSys підтримує емуляцію проєкту без реальної панелі оператора. Ця функція дозволяє тестувати візуалізацію безпосередньо на комп'ютері, аналізуючи функціональність і виявляючи можливі помилки. Після завершення тестування проєкт завантажується на фізичну панель оператора через Ethernet, USB або інший доступний канал зв'язку. Запуск із панеллю дозволяє перевірити реальну взаємодію між HMI та PLC у виробничому середовищі.

Програми для PLC та зв'язування їх із елементами візуалізації

Для інтеграції візуалізації з логікою управління у CoDeSys створюються програми для PLC. У цих програмах визначаються змінні, які відповідають за технологічні параметри, стани обладнання або аварійні сигнали. Потім ці змінні пов'язуються з відповідними елементами візуалізації у HMI.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 18

Наприклад:

Значення змінної Motor_Speed може бути відображено у вигляді числового індикатора або графіка.

Логічна змінна Alarm активує сигнальну лампу червоного кольору.

Кнопка "Запуск" записує значення до регістра, який контролює реле двигуна.

Цей підхід забезпечує повний контроль та інтерактивність системи автоматизації.

Тема 3.2. CoDeSys-сумісні HMI та PLC

Огляд універсальної програмної платформи CoDeSys. Огляд переліку виробників PLC, що підтримують середовище програмування CoDeSys. Цільові файли. Перехід на нову цільову платформу. Заміна налаштувань апаратної конфігурації, при переході на іншу цільову платформу.

Огляд універсальної програмної платформи CoDeSys

CoDeSys є універсальною платформою, що відповідає стандарту IEC 61131-3. Цей стандарт визначає набір мов програмування, таких як текстова мова ST (Structured Text), діаграми FBD (Function Block Diagram), LD (Ladder Diagram), а також інші засоби візуального й текстового програмування. Основними перевагами CoDeSys є:

Мультиплатформність: CoDeSys підтримує широкий спектр апаратного забезпечення, від PLC до панелей HMI.

Інтеграція візуалізації: Дозволяє створювати інтуїтивно зрозумілі інтерфейси для моніторингу та управління.

Універсальні засоби відлагодження: Інструменти для перевірки логіки програм, емуляції та тестування.

Розширення через бібліотеки: Можливість інтеграції спеціалізованих функцій завдяки відкритій екосистемі бібліотек.

Ця платформа є важливим інструментом для розробників, які прагнуть створити універсальні рішення для автоматизації.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 19

Огляд переліку виробників PLC, що підтримують середовище програмування CoDeSys

CoDeSys підтримується численними виробниками PLC, що забезпечує широку гнучкість у виборі обладнання для автоматизації. Деякі з провідних виробників включають:

Schneider Electric: Пропонує контролери з відкритою підтримкою CoDeSys для використання в різних галузях, зокрема енергетиці та промисловості.

WAGO: Відомий своїми модульними PLC, які дозволяють інтегрувати програмне забезпечення CoDeSys для управління процесами.

Beckhoff Automation: Виробляє контролери, які підтримують CoDeSys, і спеціалізується на високошвидкісних автоматизаційних рішеннях.

Siemens: Деякі моделі Simatic підтримують інтеграцію через CoDeSys, забезпечуючи зручність переходу між платформами.

Festo, Lenze, Bosch Rexroth: Інші значущі виробники, які активно використовують CoDeSys у своїх продуктах.

Широка підтримка серед виробників забезпечує гнучкість у виборі апаратного забезпечення, оптимального для конкретного проекту.

Цільові файли

Цільові файли в CoDeSys є файлами конфігурації, які описують специфікації апаратного забезпечення, необхідного для створення й завантаження програми. Вони містять інформацію про структуру пам'яті, модулі вводу/виводу, протоколи зв'язку та особливості роботи із системою. Цільові файли специфічні для кожного типу PLC або HMI, що дозволяє CoDeSys адаптуватися під конкретну платформу.

Цільові файли завантажуються в середовище CoDeSys і використовуються для компіляції програм відповідно до характеристик апаратури.

Перехід на нову цільову платформу

Перехід на нову цільову платформу є важливим завданням у промисловій автоматизації, коли необхідно оновити обладнання або адаптувати програму для іншої системи. CoDeSys спрощує цей процес завдяки універсальності та структурованості своєї архітектури. Під час переходу виконуються наступні кроки:

Вибір нового цільового файлу: Завантаження цільового файлу, що відповідає новій платформі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 20

Модифікація логіки програми: Адаптація програми під особливості нового контролера або панелі.

Тестування та емуляція: Використання вбудованих інструментів CoDeSys для перевірки роботи на новій платформі.

Заміна налаштувань апаратної конфігурації, при переході на іншу цільову платформу

При зміні цільової платформи необхідно замінити налаштування апаратної конфігурації для забезпечення сумісності. Основні етапи включають:

Переналаштування вхідних/вихідних модулів: Адаптація адрес вводу/виводу відповідно до нового обладнання.

Оновлення параметрів зв'язку: Налаштування нових протоколів комунікації (наприклад, Ethernet/IP, Modbus).

Перевірка апаратних обмежень: Врахування специфіки пам'яті, швидкості процесора та інших характеристик нового пристрою.

Тема 3.3. Програмована логіка в CoDeSys за стандартом IEC 61131

Менеджер задач для PLC. Синхронне/асинхронне/циклічне виконання програм. Мови програмування PLC, за стандартом IEC611: IL, ST, FBD, CFC, SFC. Організаційні одиниці програмування. Функції. Функціональні блоки. Макроси. Локальні і глобальні змінні. Програмні бібліотеки CoDeSys.

CoDeSys є однією з провідних універсальних платформ для створення програмованої логіки відповідно до стандарту IEC 61131-3. Цей стандарт встановлює основні принципи програмування логічних контролерів (PLC) і визначає набір мов та структур для ефективної автоматизації. У цьому матеріалі розглянуто ключові аспекти програмування в CoDeSys, зокрема менеджер задач, типи виконання програм, мови програмування, організаційні одиниці, функції, функціональні блоки, макроси, змінні та бібліотеки.

Менеджер задач для PLC

Менеджер задач у CoDeSys є ключовим компонентом, що визначає порядок і спосіб виконання програм у PLC. Він забезпечує розподіл обчислювальних ресурсів між різними програмами та процесами, оптимізуючи використання процесорного часу. У менеджері задач розробник може налаштовувати:

Пріоритети задач: Завдання з вищим пріоритетом виконуються першими, що важливо для критичних процесів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 21

Частоту виконання: Визначається цикл часу для кожної задачі.

Типи виконання: Можливість вибору між циклічним, синхронним або асинхронним виконанням програм.

Менеджер задач дозволяє ефективно організувати виконання великої кількості функцій без конфліктів.

Синхронне/асинхронне/циклічне виконання програм

У CoDeSys передбачено три основних режими виконання програм:

Синхронне виконання: Програма виконується одночасно з іншими задачами, дотримуючись строгої синхронізації.

Асинхронне виконання: Виконання задач не залежить від інших програм і може здійснюватися у фоновому режимі.

Циклічне виконання: Найбільш поширений режим, коли програма запускається через визначені проміжки часу. Це ідеально підходить для моніторингу параметрів та управління процесами в реальному часі.

Мови програмування PLC, за стандартом IEC 61131

Стандарт IEC 61131-3 визначає п'ять мов програмування, які підтримуються в CoDeSys:

IL (Instruction List): Текстова мова низького рівня, що нагадує асемблер. Використовується для простих алгоритмів.

ST (Structured Text): Текстова мова високого рівня, схожа на Pascal, яка підходить для складних математичних та логічних обчислень.

FBD (Function Block Diagram): Графічна мова для створення функціональних блоків із використанням логічних операторів.

CFC (Continuous Function Chart): Інтуїтивно зрозуміла мова, яка дозволяє розміщувати функціональні блоки у вільній формі.

SFC (Sequential Function Chart): Використовується для моделювання послідовних процесів із визначенням станів та переходів між ними.

Ці мови дозволяють розробникам вибирати інструменти, які найкраще відповідають завданням.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 22

Організаційні одиниці програмування

Програмування в CoDeSys організовано у вигляді трьох основних одиниць:

Програми (Programs): Основні модулі, які виконують алгоритми управління.

Функції (Functions): Локальні підпрограми, які повертають конкретне значення. Наприклад, функція обчислення середнього значення.

Функціональні блоки (Function Blocks): Використовуються для створення автономних компонентів із внутрішнім станом. Прикладом може бути таймер або PID-регулятор.

Функції

Функції в CoDeSys забезпечують повторне використання коду. Це невеликі підпрограми, які можуть викликатися з інших програм і функціональних блоків. Вони виконують математичні, логічні або специфічні обчислення.

Функціональні блоки

Функціональні блоки є основою модульного програмування в CoDeSys. Вони зберігають свій стан між викликами, що дозволяє використовувати їх для складних задач, таких як управління станами або обробка сигналів.

Макроси

Макроси використовуються для автоматизації рутинних операцій та скорочення часу розробки. Вони дозволяють об'єднувати кілька команд у єдиний виклик, що полегшує редагування та тестування.

Локальні і глобальні змінні

CoDeSys дозволяє працювати із локальними та глобальними змінними:

Локальні змінні: Доступні лише в межах однієї програми або блоку.

Глобальні змінні: Використовуються для обміну даними між різними програмами або функціональними блоками.

Ця структура змінних забезпечує ізоляцію даних та полегшує управління ресурсами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 23

Програмні бібліотеки CoDeSys

CoDeSys підтримує використання бібліотек, що містять готові функції, блоки та процедури для стандартних задач. Наприклад, бібліотеки для управління моторами, обробки сигналів чи роботи з комунікаційними протоколами. Це значно скорочує час розробки та знижує ризик помилок.

Тема 4.1. Візуалізації в Movicon

Початкові налаштування при створенні проєкту візуалізації. Багатоекранний режим проєкту візуалізації. Інтерактивні візуальні елементи: сигнальні лампи, перемикачі, кнопки, слайдери, часові тренди, історичні тренди, таблиця алармів. Бібліотеки графічних примітивів. Запуск проєкту на комп'ютері, без НМІ панелі. Обробка отриманих даних в Movicon.

Movicon є потужною платформою для створення проєктів візуалізації та управління в промислових системах автоматизації. Завдяки гнучким інструментам, інтеграції даних і підтримці передових технологій, Movicon дозволяє реалізовувати проєкти різної складності. У цій статті розглянуто основні аспекти роботи з Movicon, зокрема початкові налаштування, інтерактивні елементи, багатоекранний режим та обробка даних.

Початкові налаштування при створенні проєкту візуалізації

Процес створення проєкту в Movicon починається з визначення параметрів, які відповідають вимогам виробничої системи. Основні кроки включають:

Вибір шаблону проєкту: Movicon пропонує стандартні шаблони для швидкого налаштування або можливість створення проєкту "з нуля".

Налаштування екрана: Вибір роздільної здатності та орієнтації екрана відповідно до характеристик апаратури (НМІ панелі або комп'ютера).

Комунікаційні налаштування: Визначення протоколів зв'язку, таких як Modbus, OPC UA, або інші, для інтеграції з PLC чи іншими пристроями.

Основні параметри проєкту: Налаштування частоти оновлення даних, мови інтерфейсу та безпеки користувачів, наприклад, рольового доступу.

Цей етап забезпечує базову конфігурацію, яка служить фундаментом для всього проєкту.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 24

Багатоекранний режим проєкту візуалізації

Movicon підтримує створення проєктів із кількома екранами, що дозволяє розробляти масштабні системи управління. Наприклад:

Головний екран для моніторингу ключових параметрів процесу.

Екрани тривоги для роботи з аварійними подіями.

Трендові екрани для аналізу даних у реальному часі або ретроспективно.

Налаштовувальні екрани для параметризації системи.

Перемикання між екранами здійснюється за допомогою кнопок або меню, що спрощує навігацію для оператора.

Інтерактивні візуальні елементи

Movicon пропонує великий набір інтерактивних елементів:

Сигнальні лампи: Відображають стани роботи, такі як "запуск", "аварія" або "пауза".

Кнопки та перемикачі: Використовуються для активації процесів чи зміни режимів роботи.

Слайдери: Застосовуються для встановлення параметрів, таких як температура або швидкість.

Часові тренди: Графічно відображають зміни параметрів у реальному часі.

Історичні тренди: Дозволяють аналізувати динаміку процесів у минулому.

Таблиця алармів: Містить усі аварійні події, із зазначенням часу, статусу та опису.

Ці елементи легко налаштовуються і забезпечують гнучкість при створенні інтерфейсу.

Бібліотеки графічних примітивів

Movicon має вбудовані бібліотеки графічних примітивів, що містять стандартні елементи, такі як кнопки, іконки, стрілки, діаграми. Розробники можуть використовувати ці примітиви або створювати власні, забезпечуючи унікальність і функціональність проєкту. Примітиви підтримують динамічні ефекти, наприклад, анімацію, масштабування чи зміни кольору.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 25

Запуск проєкту на комп'ютері, без НМІ панелі

Однією з переваг Movicon є можливість запуску проєкту на комп'ютері без необхідності використання НМІ-панелі. Ця функція є корисною для тестування та демонстрації. За допомогою емулятора розробник може перевіряти функціональність інтерфейсу, роботу інтерактивних елементів та зв'язок із PLC. Це дозволяє усунути помилки перед розгортанням проєкту на реальному обладнанні.

Обробка отриманих даних в Movicon

Movicon надає широкий спектр інструментів для збору, зберігання та обробки даних. Дані можуть бути отримані з PLC через протоколи зв'язку, записані у бази даних або представлені у вигляді графіків і звітів. Основні функції включають:

Обробка в реальному часі: Оператори отримують оновлені дані без затримок.

Історичний аналіз: Запис даних у бази дозволяє здійснювати довготривалий моніторинг і аналіз.

Формування звітів: Movicon автоматично генерує звіти про ключові показники процесів чи аварійні події.

Ці функції сприяють ефективному управлінню і прийняттю рішень у реальному часі.

Тема 4.2. Зв'язок візуалізації з PLC по OPC

Способи зв'язування візуалізацій в SCADA та програм PLC. Поняття про OPC Server.

Налаштування PLC для роботи через OPC Server. Множинний зв'язок SCADA з PLC через OPC.

Об'єктний зв'язок та вбудовування (OPC, Object Linking and Embedding for Process Control) є одним із ключових стандартів в автоматизації, який забезпечує комунікацію між різними пристроями та програмами, включаючи PLC і SCADA. Цей підхід дозволяє створювати гнучкі та надійні системи управління. У цьому матеріалі розглянуто основні аспекти зв'язку візуалізації з PLC через OPC, включаючи способи зв'язування, поняття OPC Server, налаштування PLC і множинний зв'язок SCADA з PLC.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 26

Способи зв'язування візуалізацій в SCADA та програм PLC

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) забезпечує моніторинг і управління технологічними процесами за допомогою візуалізації даних. Для зв'язування візуалізації з PLC використовуються наступні підходи:

Пряме підключення через драйвери: SCADA програмне забезпечення взаємодіє безпосередньо з PLC через специфічні протоколи (наприклад, Modbus або Ethernet/IP). Це підходить для простої комунікації, але обмежується підтримкою конкретного обладнання.

Підключення через OPC Server: Цей метод є універсальним завдяки використанню єдиного стандарту для комунікації. SCADA звертається до OPC Server, який взаємодіє з PLC та забезпечує доступ до їхніх даних.

Зв'язок через OPC є кращим для складних систем, що потребують інтеграції різного обладнання від різних виробників.

Поняття про OPC Server

OPC Server – це програмний інструмент, який забезпечує доступ до даних пристроїв, таких як PLC. Він працює як проміжний шар між обладнанням та програмним забезпеченням візуалізації, зокрема SCADA. Основні функції OPC Server включають:

Уніфікація протоколів: Перетворення даних різних протоколів у стандартний формат OPC.

Доступ до тегів: Визначення адрес і параметрів змінних, які використовуються в PLC.

Стандартизація: Підтримка стандартів OPC DA (Data Access), OPC UA (Unified Architecture) та OPC HDA (Historical Data Access).

OPC Server робить можливим інтеграцію обладнання від різних виробників у єдину систему.

Налаштування PLC для роботи через OPC Server

Для забезпечення зв'язку PLC з OPC Server необхідно виконати такі кроки:

Налаштування комунікаційних параметрів у PLC:

Визначити IP-адресу та інші мережеві параметри для Ethernet-зв'язку.

Налаштувати використання протоколу (наприклад, Modbus TCP або EtherCAT), якщо цього вимагає OPC Server.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 27

Створення тегів: У програмному середовищі PLC визначаються змінні, які будуть доступні для OPC Server.

Інтеграція з OPC Server:

У конфігурації OPC Server додається пристрій (PLC), і налаштовується відповідний драйвер для комунікації.

Змінні PLC прив'язуються до тегів OPC Server.

Після налаштування OPC Server дозволяє SCADA отримувати доступ до даних PLC у реальному часі.

Множинний зв'язок SCADA з PLC через OPC

OPC Server підтримує одночасне підключення декількох клієнтів (SCADA-систем) до одного або кількох PLC. Це забезпечує наступні переваги:

Широка інтеграція: Можливість взаємодії різних SCADA-систем із єдиним джерелом даних.

Розподіл ресурсів: Один OPC Server може обслуговувати декілька PLC, що зменшує кількість налаштувань.

Паралельний доступ: Дані PLC стають доступними для моніторингу, запису та аналізу одночасно декількома системами.

Наприклад, одна SCADA-система може використовувати OPC Server для контролю процесів, а інша – для збору статистичних даних. Така гнучкість дозволяє оптимізувати роботу великих комплексів.

Зв'язок візуалізації з PLC через OPC є універсальним рішенням, яке забезпечує інтеграцію різних пристроїв і програм у складних системах автоматизації. OPC Server відіграє центральну роль як посередник між PLC та SCADA, надаючи стандартизований доступ до даних. Завдяки налаштуванню PLC та підтримці множинного зв'язку SCADA, цей підхід дозволяє створювати надійні та масштабовані системи управління. Використання OPC сприяє підвищенню ефективності роботи та забезпечує інтеграцію сучасних промислових технологій.

Тема 4.3. Застосування Movicon-сумісної VIPA Touch Panel HMI

Апаратні параметри HMI панелі VIPA Touch Panel. Проєкт візуалізації для визначеної моделі HMI панелі. Налаштування SCADA проєкту. Завантаження проєкту в HMI панель. Пускові налаштування HMI панелі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 28

VIPA Touch Panel є сучасним людино-машинним інтерфейсом (HMI), який забезпечує надійність і гнучкість у керуванні промисловими процесами. Завдяки сумісності з Movicon — потужною платформою SCADA — панель VIPA стає універсальним інструментом для інтеграції, візуалізації та моніторингу систем автоматизації. У цій статті висвітлено основні аспекти апаратних характеристик панелі, процес створення проекту візуалізації, налаштування SCADA, завантаження й початкових параметрів.

Апаратні параметри HMI панелі VIPA Touch Panel

VIPA Touch Panel характеризується високими технічними параметрами, що робить її ідеальним рішенням для промислової автоматизації. Основні характеристики включають:

Процесор: Потужний процесор ARM або x86 (залежно від моделі) забезпечує швидкодію при обробці складних процесів.

Дисплей: Сенсорний екран з діагоналлю від 7 до 15 дюймів, високою роздільною здатністю та підтримкою мультитач-жестів.

Оперативна пам'ять: Обсяг від 512 МБ до 2 ГБ, що дозволяє обробляти багатозадачні сценарії.

Інтерфейси: Вбудовані Ethernet, RS-232/RS-485, USB та підтримка інших протоколів зв'язку.

Надійність: Апарат має захист від пилу і вологи (IP65 на передній панелі), що важливо для промислового використання.

Ці характеристики забезпечують гнучкість і продуктивність у широкому спектрі промислових додатків.

Проект візуалізації для визначеної моделі HMI панелі

Розробка проекту візуалізації починається з використання програмного забезпечення Movicon. Основні етапи:

Створення нового проекту: Вибір моделі VIPA Touch Panel як цільового пристрою. Налаштовуються розміри екрану, колірна гамма та оновлення даних.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 29

Інтерфейс користувача: Впровадження інтерактивних елементів, таких як кнопки, перемикачі, графіки трендів, таблиці алармів і слайдери для взаємодії з користувачем.

Динамічні зв'язки: Налаштування тегів і адрес, пов'язаних із змінними PLC, для забезпечення реального часу моніторингу.

Проект Movicon інтегрується безпосередньо з апаратною платформою VIPA, забезпечуючи ефективну взаємодію.

Налаштування SCADA проекту

Для налаштування SCADA необхідно виконати такі дії:

Створення тегів: У SCADA встановлюються змінні, що відповідають параметрам PLC, таким як температура, тиск або швидкість.

Протокол зв'язку: У Movicon вибирається протокол, сумісний із PLC (наприклад, Modbus TCP/IP або ProfiNet).

Створення логіки: Налаштовуються автоматизовані сценарії для моніторингу аварій або виконання розрахунків.

SCADA-проект, налаштований відповідно до потреб користувача, гарантує стабільну роботу системи.

Завантаження проекту в HMI панель

Завантаження проекту виконується через Ethernet або USB. Основні кроки:

Компільовання проекту: У Movicon створюється виконуваний файл, сумісний з операційною системою VIPA Touch Panel.

Підключення до панелі: За допомогою мережевого підключення або USB-носія проект передається на пристрій.

Верифікація: Після завантаження перевіряється коректність роботи елементів інтерфейсу та зв'язок із PLC.

Завантаження проекту виконується швидко, що дозволяє скоротити час налаштування.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 30

Пускові налаштування НМІ панелі

Після завантаження проєкту необхідно виконати початкові налаштування:

Перевірка зв'язку: Упевнитись, що панель VIPA коректно взаємодіє з PLC через обраний протокол.

Налаштування часу: Задати синхронізацію з сервером часу для забезпечення точного запису даних.

Ролі користувачів: Створити облікові записи для операторів із різними рівнями доступу.

Тестування функціональності: Випробувати всі інтерактивні елементи, перевіряючи їхню реакцію на дії користувача.

Ці налаштування гарантують стабільність і надійність роботи НМІ у виробничих умовах.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 31

Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1.	Людино-машинний інтерфейс	HMI - human machine interface
2.	ПЛК - програмований логічний контролер	PLC – programmable logic controller
3.	Інтерфейс	Interface
4.	Промислова польова мережа	Industrial field network
5.	Шина	Bus
6.	Лінія сигналу	Signal line
7.	Давач, сенсор	Sensor
8.	Лінія входу	Input/ Output line
9.	Цифровий інтерфейс	Digital interface
10.	Напруга	Voltage
11.	Рівень сигналу	Signal level
12.	Дискретний вхід/вихід	Discrete input/output
13.	Аналоговий вхід/вихід	Analog input/output
14.	Користувач	User
15.	Оператор технологічної лінії	Production line operator
16.	Програма	Program
17.	Організаційна одиниця при програмуванні	POU – programming organization unit
18.	Алгоритм	Algorithm
19.	Мова програмування	Programming language
20.	Релейно-контактна діаграма	LD – ladder diagram
21.	Діаграма функціональних блоків	FBD – functional block diagram
22.	Діаграма неперервного функціонування	CFC – continuous function chart
23.	Список інструкцій	IL – instruction list
24.	Структурований текст	ST – structured text
25.	Діаграма послідовного функціонування	SFC - Sequential Function Chart
26.	Сигнал тривоги	Alarm signal
27.	Міжнародний Електротехнічний Комітет	IEC (MEK) - International Electrotechnical Committee
28.	Динамічний обмін даними	DDE – Dynamic Data Exchange
29.	Технологія OLE для контролю процесів	OPC – OLE For Process Control
30.	Зв'язування та вбудовування об'єктів	OLE – Object Linking and Embedding
31.	Розширювана (порівняно з HTML) мова розмітки	XML – Extensible Mark-up Language
32.	Віддалений кінцевий пристрій (термінал)	RTU – Remote Terminal Unit
33.	Американський стандарт коду для обміну інформацією	ASCII – American Standard Code for Information Interchange
34.	Електро-магнітні перешкоди	EMI – Electro Magnetic Interference
35.	Світло-діод	LED – light emitting diode

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 32

Рекомендована література

Основна література

1. Добржанський О.О. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Засоби відображення інформації у системах автоматизації технологічних процесів» / О.О. Добржанський. – ДУЖП, 2024. – 150с., режим доступу: [Лабораторні роботи](#)
2. CoDeSys V3.5 SP17 Features and Improvements, 2021. – 65с., available at: [CoDeSys V3.5 SP17 Features and Improvements](#)
3. Movicon 11.3 Programmer Guide, 2019. – 764p., available at: [Man_Eng_Mov11.3_Movicon_Programmer_Guide](#)
4. DELTA DOPSoft User Manual, 2021. – 2093p., available at: [DELTA DOPSoft 4.0 UM EN 20211230](#)

Допоміжна література

5. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення: ДСТУ 2709-94. – [Чинний від 1995—07—01], режим доступу: [DSTU 2709-94](#)
6. Пужна О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах. / О.М. Пужна, І.В. Ельперін, Н.П. Луцька, А.П. Ладанюк – К.: Ліра-К, 2015. – 552с., режим доступу: [Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах | fieldbusbook](#)
7. CoDeSys V2.3 Programming, 2006. – 158с., available at: [CoDeSys V2.3 manual](#)
8. CoDeSys Version 3.5 First Steps, 2014. – 74p., available at: [CoDeSys-Version-3-5-First-Steps](#)
9. CODESYS Beginners Tutorial, 2017. – 13p, available at: [codesys V3.5-beginner-tutorial](#)
10. CoDeSys V2.3 Visualisation, 2006. – 84с., available at: [CoDeSys Visu V23_E](#)
11. Siemens LOGO. Manual, 2009. – 280p., available at: [logo_0BA6_system_manual](#)
12. LRD20T D024 Programmer Guide, 2009. – 123p, available at: [LOVATO LRD Programming](#)
13. Touch Panel - 62H-MDC0, 2012. – 54p., available at: [VIPA HMI instructions HB160E TP-ECO 62H-MDC0 12-09](#)

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Загальний каталог СВ АЛІТЕРА 2023 р. – Режим доступу: [Каталог СВ АЛІТЕРА 2023](#)
2. Інтеграція засобів людино-машинного інтерфейсу в існуючі системи управління процесами. – Режим доступу: [Integrating an HMI Into Existing Control Systems - Technical Articles](#)
3. Що таке HMI? – Режим доступу: [What is HMI? Human Machine Interface](#)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.02/1/174.00.1/М/ОК10- 1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 32 / 33

4. Людино-машинний інтерфейс: типи, інструменти та майбутні тренди – Режим доступу: [Human Machine Interface \(HMI\): Types, Tools & Future Trends](#)
5. Програмовані НМІ. – Режим доступу: [Programmable HMIs | Hans TURCK GmbH Co. KG](#)
6. Сенсорні НМІ панелі DELTA. – Режим доступу: [Products - Touch Panel HMI - Human Machine Interfaces - Delta](#)
7. Програмований логічний контролер. – Режим доступу: [Програмований логічний контролер — Вікіпедія](#)