


ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ
В ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
(ч.2, 2 семестр)**

Запоріжжя 2024

mip metinvest
polytechnic



УДК 681.5(072)
А18

Рекомендовано Науково-методичною радою ТОВ
«ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ
ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 8 від 12.07.2024 р.)

Укладач

Сімкін О. І., професор, канд. техн. наук

А18 Автоматизовані системи управління технологічними процесами в гірничо-металургійному виробництві : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт (ч.2, 2 семестр) / уклад. О.І.Сімкін. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2024. 93 с.

У методичних рекомендаціях наведено тематику лабораторних робіт, методичні пояснення щодо порядку та приклади їх виконання, критерії оцінювання, вимоги до оформлення звітів, питання для самоперевірки тощо.

УДК 681.5(072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2024



ЗМІСТ

ВСТУП	4
Лабораторна робота №1	5
Завдання	5
Теоретична частина	5
Практична частина (Приклад виконання)	14
Контрольні запитання	34
Список рекомендованої літератури	34
Лабораторна робота №2	35
Завдання:	35
Теоретична частина	35
Практична частина (Приклад виконання)	52
Контрольні запитання	59
Список рекомендованої літератури	59
Лабораторна робота №3	60
Завдання	60
Теоретична частина	60
Практична частина (Приклад виконання)	71
Контрольні запитання	91
Список рекомендованої літератури	91
Додаток А	92
ПРИКЛАД ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА	92



ВСТУП

Лабораторні роботи присвячені створенню проєкту нижнього рівня АСУТП в середовищі TIA Portal.

Мета лабораторного практикуму:

1. Здобути практичні навички підбору датчиків та апаратної складової при впровадженні АСУТП на базі контролерів Siemens, а також створення апаратної частини проєкту в середовищі TIA Portal.
2. Здобути практичні навички в створенні програмного забезпечення на мові LAD для контролера Siemens в середовищі TIA Portal.
3. Здобути практичні навички в створенні HMI (візуалізації) для панелі Siemens в середовищі TIA Portal.

Для кожної роботи наведена теоретична частина, в якій докладно описані основна інформація, можливості середовища, основні операції та інструкції мов LAD та FBD, приклади їх використання. Для кожної лабораторної роботи показаний хід її виконання та наведено завдання для самостійної роботи студентів та контрольні питання для самоперевірки знань студентів.



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Тема: «Створення апаратної частини проєкту АСУТП
в середовищі TIA Portal»

Мета роботи: Здобути практичні навички підбору датчиків та апаратної складової при впровадженні АСУТП на базі контролерів Siemens, а також створення апаратної частини проєкту в середовищі TIA Portal.

ЗАВДАННЯ

1. На основі об'єкта кваліфікаційної роботи обрати технологічний процес і визначити ключові параметри його керування.
2. Вибрати необхідні датчики, виконавчі механізми, прилади керування, тощо.
3. Вибрати необхідний контролер Siemens, а також модулі до нього.
4. Створити апаратну частину проєкту в TIA Portal з використанням обраних компонентів

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Програмований логічний контролер (далі – ПЛК чи PLC) — це комп'ютер промислового класу, який використовується для автоматизації машин і процесів у промисловості шляхом керування входами та виходами через запрограмовану логіку. Він приймає сигнали від датчиків (входи) і живить виконавчі механізми (виходи) на основі логіки, запрограмованої під час роботи в режимі реального часу. Переваги: більш висока надійність; більша гнучкість, оскільки в програмі можна вносити зміни; економічність для керування складними системами; простіше програмування та усунення несправностей; швидший час відповіді; стійкість до електричних перешкод та вібрації.

Цикл роботи ПЛК:

- читання вхідних даних;
- сканування програми;
- активізування виходів.

ПЛК складається як з апаратного, так і з програмного забезпечення.

Апаратне забезпечення — це частина системи, яку ви можете бачити, а програмне забезпечення — це набір комп'ютерних програм, які контролюють роботу апаратного забезпечення.

Апаратне забезпечення ПЛК також підключається до іншого обладнання, такого як пристрої введення та виведення та людино-машинні інтерфейси (HMI).

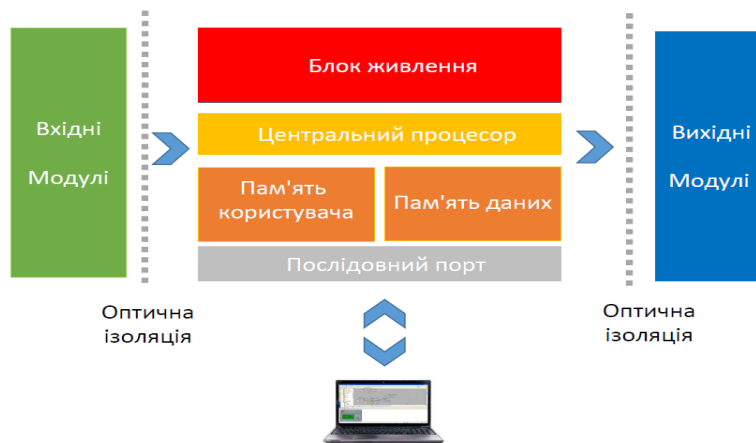


Рисунок 1.1 – Структура апаратного забезпечення ПЛК

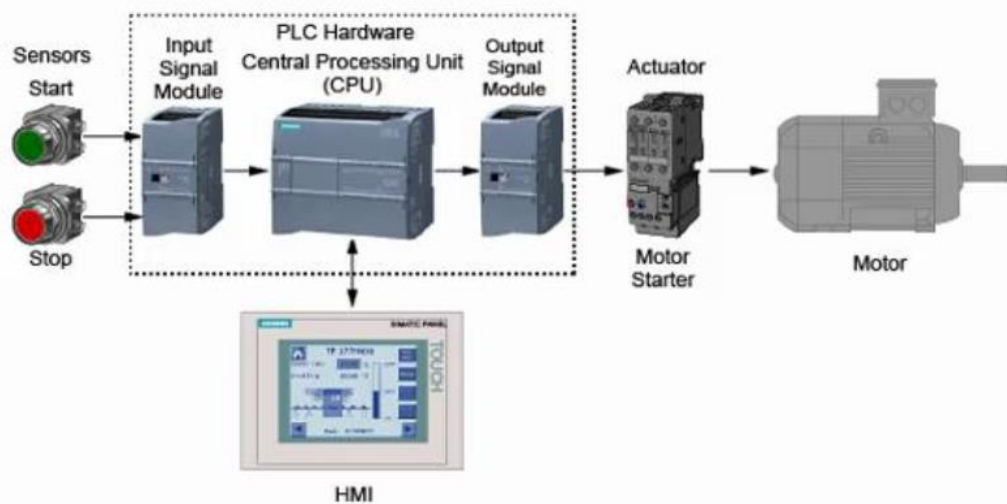


Рисунок 1.2 – Структура САР

Оскільки програми ПЛК відрізняються за складністю, то зовнішній вигляд апаратного забезпечення також ПЛК значно відрізняється.

Крім того, зважаючи на потреби клієнтів, ПЛК Siemens SIMATIC доступні у вигляді модульних контролерів, вбудованих контролерів або контролерів на базі ПК. З цих трьох категорій *модульні контролери* є найпоширенішими, окремі модулі .

ПЛК мають різноманітні типи сигнальних модулів. Кожен модуль має кілька каналів введення/виведення, і кожен канал введення/виведення підключається до одного пристрою введення/виведення. Кількість каналів введення/виведення на модулі залежить від типу модуля. Деякі модулі мають як вхідні, так і вихідні канали (рис. 1.3).

Сигнальні модулі різних типів розміщуються по всій системі за потреби. Кожен модуль налаштовується під час встановлення, і ця конфігурація включає призначення адреси модуля. Ця адреса разом із типом модуля також визначає розташування бітів стану таблиці зображень для підключених входів і виходів.

Signal Modules

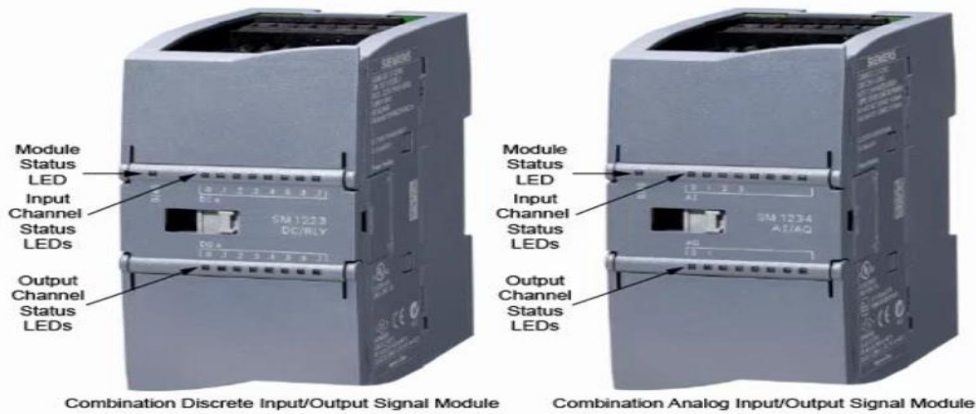


Рисунок 1.3 – Модулі введення/виведення сигналів

На рис. 1.4 наданий приклад обладнання типової системи автоматизації, в якій показані способи підключення та взаємодії окремих пристроїв.

Приклад

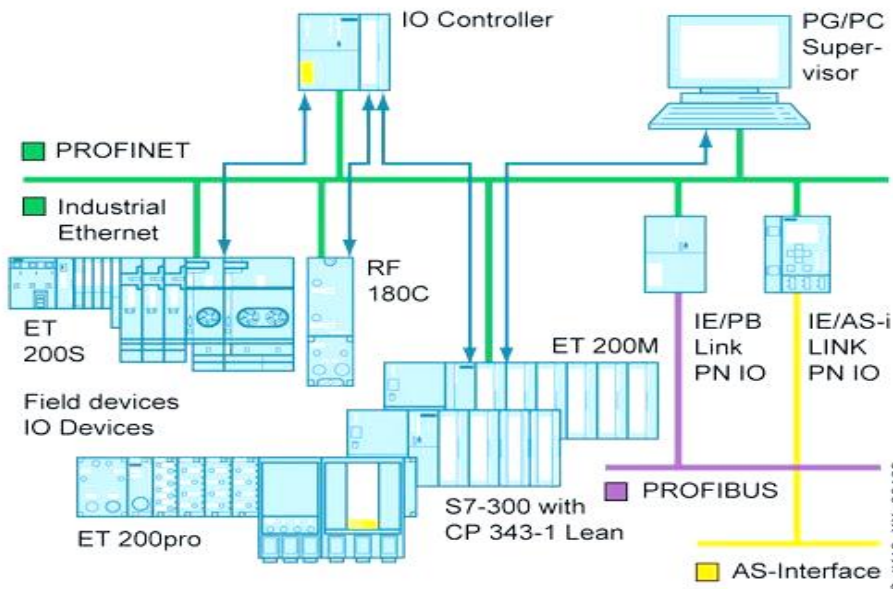


Рисунок 1.4 – Приклад підключення окремих засобів автоматизації

A field bus — промислова мережа, яка використовується для розподіленого керування. Одним із прикладів польової шини є PROFIBUS DP.

З розвитком інформаційних технологій (IT) зростає потреба в системах керування для зв'язку з IT-системами. IT-системи часто спілкуються через локальні мережі Ethernet (LAN), однак початкова форма Ethernet не була адекватною для промислового зв'язку, тому був розроблений промисловий

Ethernet. PROFINET є провідним промисловим стандартом Ethernet. ЦП ПЛК часто має один або кілька портів для певного типу мережевого зв'язку.

Коли потрібні додаткові мережеві порти або коли потрібен інший тип підключення, до конфігурації додаються комунікаційні модулі.

ПЛК дуже швидкі та мають багато типів сигнальних модулів, але для деяких завдань потрібні модулі спеціального призначення. Багато з цих модулів розроблено для додатків із замкнутим циклом керування, які передбачають керування процесом або машиною у відповідь на сигнал зворотного зв'язку від датчика.

Для контуру керування (рис. 1.5) може знадобитися модуль спеціального призначення через тип датчика, пристрою керування або використовуваного алгоритму. Алгоритм керування — це набір правил або обчислень, які визначають процес керування.

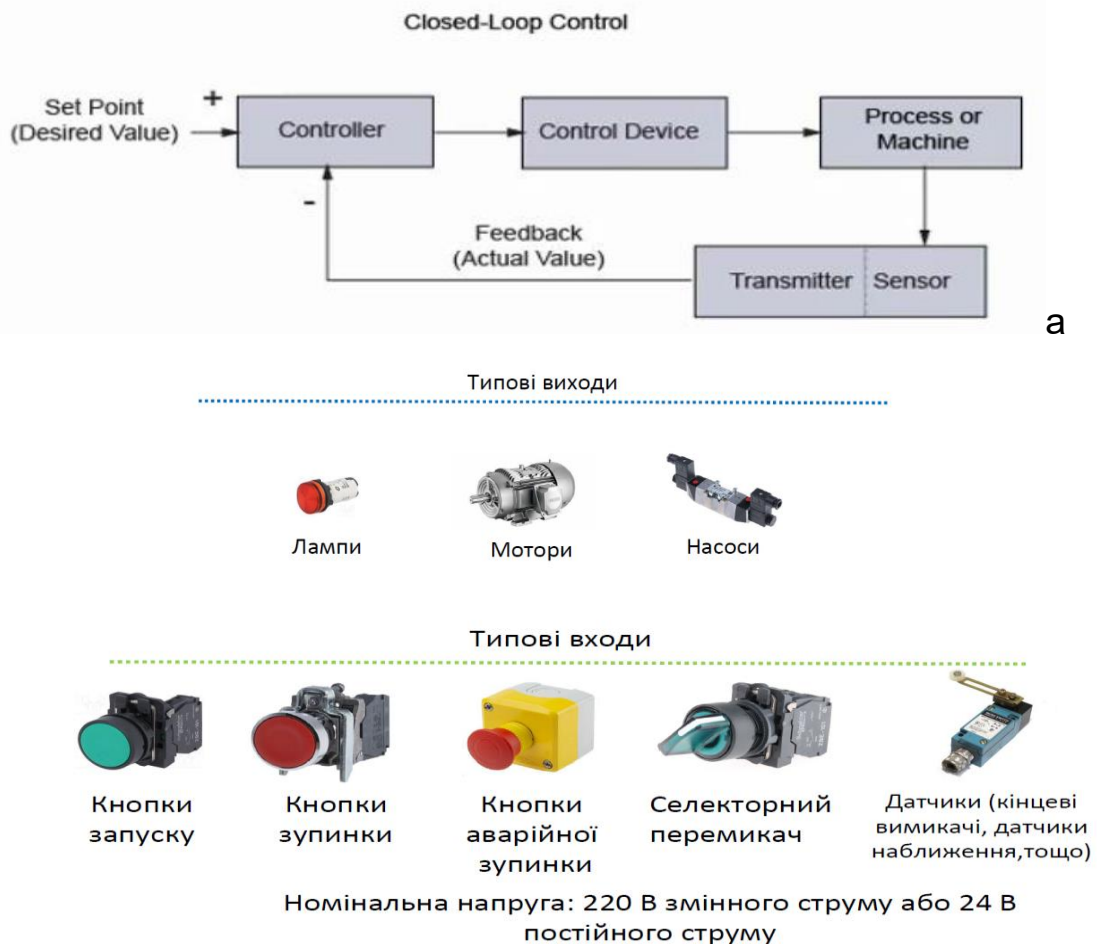


Рисунок 1.5 – Контур керування та типові входи та виходи CAP

На додаток до замкнутих програм керування, PLCS використовують спеціальні модулі для підрахунку або генерації високочастотних імпульсів.

ПЛК S7-1500 мають технологічні модулі для високошвидкісного підрахунку та вимірювання.

Типи введення/виведення (рис. 1.6):

1. Цифрові входи та виходи - 0 / 24 В (низький / високий, 0/1). Приклад: фотоелектричний датчик, який вимірює присутність об'єкта за допомогою ІЧ-хвилі

2. Аналогові входи та виходи: Безперервний сигнал (напруги 0..10 В, струму 4..20 мА). Приклад: ультразвуковий датчик, який вимірює відстань до об'єкта за допомогою звукових хвиль.

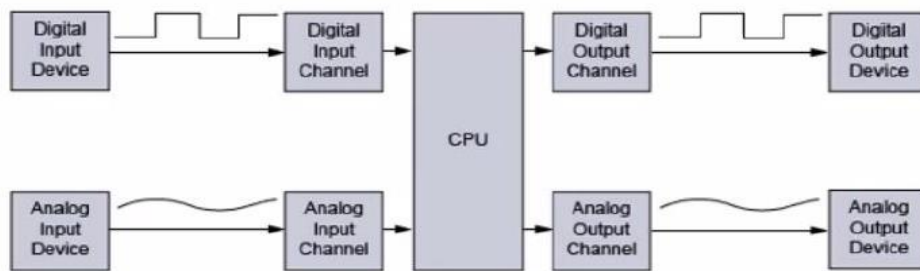


Рисунок 1.5 – Типи введення/виведення

Сучасні типи контролерів Siemens та їх опис наведені в табл.1.1

Таблиця 1.1 - Типи контролерів Siemens

S7-1200	S7-1500	ET-200 з вбудованим ЦП
		
<ul style="list-style-type: none"> • Середній і нижній сегмент автоматизації. • Компактний ПЛК із вбудованими входами/виходами • Програмне забезпечення: TIA Portal • Кабель: Ethernet 	<ul style="list-style-type: none"> • Модульний контролер • Середній і високий сегмент автоматизації. • Програмне забезпечення: TIA Portal • Кабель / Інтерфейс: Ethernet / Profinet 	<ul style="list-style-type: none"> • Розподілений ввід-вивід • з процесором або без нього • Модульний ПЛК • Середній і високий сегмент автоматизації. • Програмне забезпечення: TIA Portal • Кабель/інтерфейс: Ethernet/Profinet

ПЛК SIMATIC S7-1200 (рис. 1.6) мають компакту конфігурацію і можуть використовуватися в широкому спектрі програм. Моделі процесорів S7-1200 варіюються від CPU 1211C до CPU 1217C.

Коли потрібен додатковий вхід/вивід, крім наявного на платі, і з додаванням сигнальної плати, процесори S7-1200, крім CPU 1211C, дозволяють монтувати сигнальні модулі праворуч.

Усі процесори можуть бути оснащені до трьох комунікаційних модулів, встановлених ліворуч від процесора

SIMATIC S7-1200 PLCs

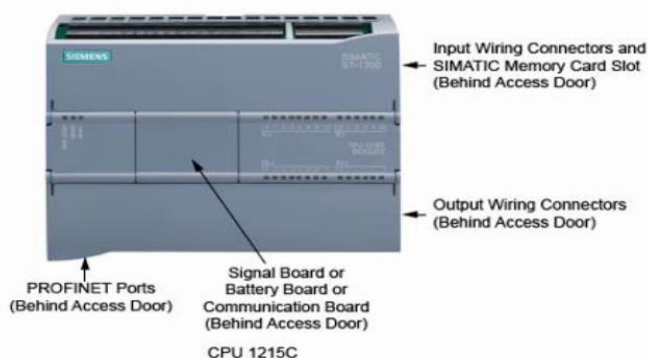


Рисунок 1.6 – ПЛК S7-1200

.Всі модулі S7-1200 мають вбудовані кліпси, які дозволяють легко і зручно монтувати на стандартну 35-міліметрову DIN-рейку.

Сигнальні модулі мають шинний роз'єм на передній панелі. Коли модуль встановлено, роз'єм шини переміщується ліворуч, щоб модуль міг спілкуватися з ЦП.

ПЛК SIMATIC S7-1500 (рис. 1.7) забезпечують надзвичайно швидкий час відгуку для оптимальної якості управління та найвищої продуктивності системи. Процесори SIMATIC S7-1500 доступні в стандартній і безвідмовній (F) версіях.

SIMATIC S7-1500 PLCs

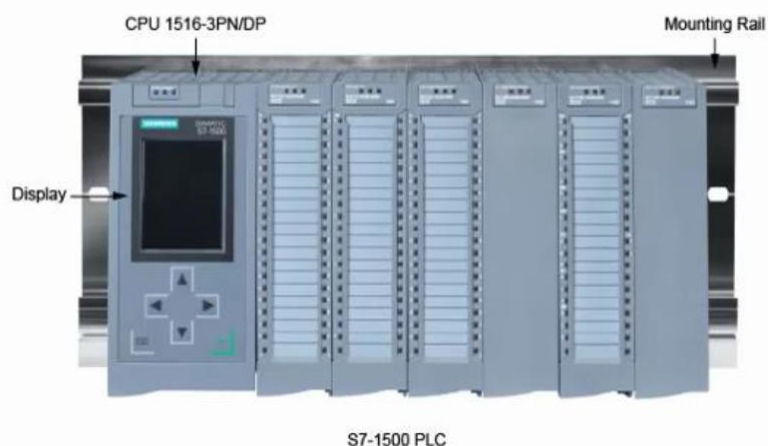


Рисунок 1.7 – ПЛК S7-1500

ПЛК S7-1500 мають масштабовану конфігурацію, яка включає ЦП, принаймні один системний модуль живлення, кілька сигнальних модулів та інші модулі за потреби.

Усі моделі ЦП S7-1500 оснащені приєднаним дисплеєм для введення в експлуатацію та діагностики, а також мають вбудовані порти PROFINET, які забезпечують повний діапазон зв'язку PROFINET.

Відмовостійкі процесори S7-1500 використовуються в програмах, де важливо гарантувати функціональну безпеку машин або установок.

Деякі системи SIMATIC ET 200 (рис. 1.8), наприклад ET 2005 і ET 200pro, можуть включати модуль інтерфейсу з інтегрованим процесором. Додавання центрального процесора робить ET 200 модульним ПЛК.

SIMATIC ET 200 with Integrated CPU



Рисунок 1.8 – ПЛК SIMATIC ET 200

SIMATIC ET 2005 — це багатофункціональна, високомодульна, компактна система введення/виведення. Має міцну конструкцію, що дозволяє використовувати його в умовах високих механічних навантажень. Інтерфейсні модулі для цієї системи в стандартному та відмовостійкому виконанні доступні з інтегрованим ЦП або без нього.

SIMATIC ET 200pro — це невелика, надзвичайно міцна та високопродуктивна система введення/виведення із захистом IP65, IP66 або IP67. Він не потребує шафи керування та може бути встановлений безпосередньо на машині. Інтерфейсні модулі для цієї системи доступні в стандартному та відмовостійкому дизайні з інтегрованим процесором або без нього.

Система введення/виведення ПЛК (рис. 1.9) може включати компоненти, встановлені поблизу центрального процесора, і компоненти, розосереджені по об'єкту. Компоненти системи введення/виведення ПЛК, встановлені віддалено від центрального процесора, називаються розподіленим введенням/виведенням.

Багато моделей ПЛК Siemens розроблені для використання систем розподіленого введення/виведення SIMATIC ET 200 із підключенням до мережі. Ці системи включають деякі компоненти, призначені для шафи керування. монтажні та інші компоненти, призначені для використання без шаф управління. Системи ET 200 включають: ET200S, ET 200MP, ET200SP і ET 200ISP, ET200M, ET 200pro та ET 200pro IWUN, ET 200eco та ET 200eco PN.



Distributed I/O



Рисунок 1.9 – Система введення/виведення ПЛК

Позначення на контролерах наведені на рис. 1.10.

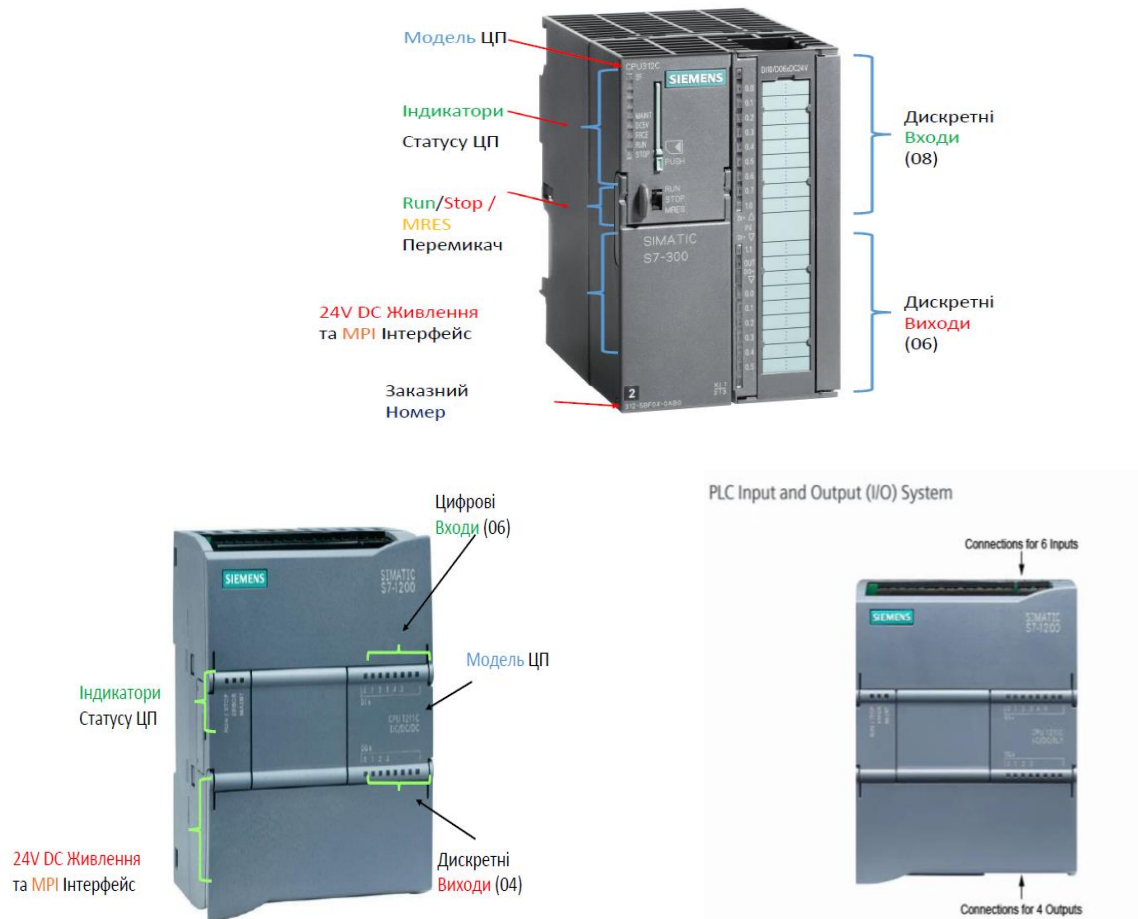


Рисунок 1.10 – Позначення на контролерах Siemens

Однак більшість ПЛК Siemens дозволяють додавати сигнальні модулі. Деякі або всі ці модулі можуть бути поруч із ЦП, але сигнальні модулі (рис. 1.11) можуть бути віддалені від ЦП.

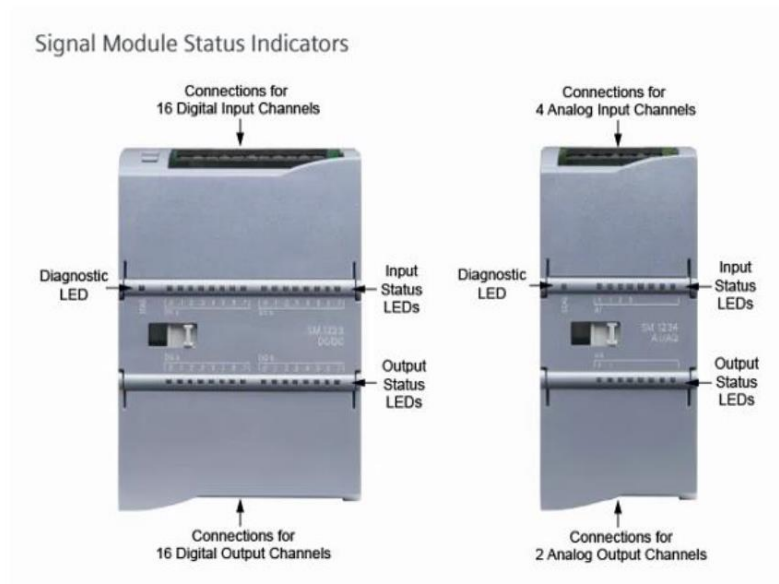


Рисунок 1.11 – Сигнальні модулі

Сигнальні модулі мають світлодіодні індикатори стану, які корисні для контролю системи та усунення несправностей. Наприклад, рисунок показує два сигнальні модулі S7-1200, комбінований модуль цифрового введення/виведення сигналу та комбінований модуль аналогового введення/виведення сигналу.

Обидва модулі мають світлодіодний індикатор стану для кожного каналу. Світлодіодний індикатор стану цифрового каналу світиться зеленим, коли вхід або вихід увімкнено. Світлодіодний індикатор аналогового каналу світиться зеленим, коли канал налаштовано та активним, і червоним, коли виникає помилка каналу.

Обидва модулі також мають діагностичний світлодіод, який світиться зеленим, коли модуль працює, і червоним, коли модуль несправний або не працює.

Analog Outputs



2 Channel Analog Output Module

Коли центральний процесор надсилає числове значення на аналоговий вихідний канал, аналоговий модуль перетворює значення на напругу або струм у межах діапазону, встановленого для вихідного каналу. Канал зазвичай підключається до аналогового пристрою виведення, який керує



чимось у машині чи процесі, наприклад швидкістю двигуна, положенням клапана або температурою.

Модулі аналогового вихідного сигналу ПЛК відрізняються кількістю вихідних каналів, роздільною здатністю каналів і типами вихідних сигналів. Модуль, зображений на рисунку, має два аналогових вихідних канали. Ці канали можна налаштувати для діапазону від -10 до +10 вольт або від 0 до 20 міліампер. Вихідна роздільна здатність становить 14 біт для діапазону напруги та 13 біт для діапазону струму.

Деякі пристрої введення використовують постійний струм (DC), а інші пристрої введення – змінний струм (AC). Специфікації для кожного типу пристрою також визначають рівень напруги та струму, необхідні для пристрою.

Додатковим фактором під час узгодження модуля цифрового вхідного сигналу з пристроєм введення постійного струму є полярність струму.

Сигнальний модуль ПЛК S7-1200, показаний на рисунку, призначений для роботи з входами 24 В постійного струму та має з'єднання для восьми вхідних каналів постійного струму, чотири зверху та чотири знизу. Зверніть увагу, що цей модуль дозволяє підключати джерело живлення навантаження, яке живить вхідні пристрої та схеми, з будь-якою полярністю.

Деякі пристрої виведення використовують постійний струм, а інші – змінний струм. Три категорії модулів цифрового вихідного сигналу: модулі постійного струму, модулі змінного струму та релейні модулі.

Модулі вихідного сигналу змінного струму зазвичай працюють із джерелом живлення навантаження 120 або 230 В змінного струму або можуть працювати з будь-яким джерелом.

Для модуля вихідного сигналу постійного струму важливо дотримуватися правильної полярності джерела живлення під час підключення.

Модулі релейного вихідного сигналу пропонують перевагу в тому, що вони можуть працювати з пристроями змінного або постійного струму, за умови, що пристрої працюють у межах специфікацій модуля, а потрібна швидкість перемикачів не надто висока.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА (ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ)

Завдання 1. Вибір об'єкта керування

Для прикладу обираємо процес керування водогрійним котлом.

Водогрійний прямоточний котел КВГМ-100 теплопродуктивністю 100 Гкал/год, П-образної компоновки, водотрубний. Може бути використаний як в основному (70-150 °С), так і піковому (100..150 °С) режимах, а також для підігріву води до 200 °С.

Виходячи з технологічної інструкції та переліку засобів виміру, основні параметри для реалізації системи автоматизації такі: витрата води через котел, витрата газу, тиск води на виході із котла, тиск води на вході в котел,



розрідження в топці, тиск газу, тиск повітря, температура води на вході, температура води на виході, температура газу на котел.

Крім того, необхідно визначити *засоби керування*, а саме: клапан регулювання витрати газу, клапан регулювання витрати повітря, заслінка для регулювання розрідження, перемикач режимів роботи котла, датчик присутності полум'я, кнопка аварійної зупинки, запальник.

Завдання 2. Вибір необхідних датчиків, виконавчих механізмів, приладів керування.

За допомогою стандарту АСУТП [3] і мережі Internet, обираємо датчики, виходячи з необхідних діапазонів.

Для пошуку датчиків для автоматизованої системи управління технологічними процесами можна діяти за такою методикою:

Визначити параметри, які необхідно вимірювати за допомогою датчика. Наприклад, температура, вологість, тиск, рівень рідини, потужність, швидкість, оберти тощо.

Визначити діапазон вимірювань для кожного параметру. Наприклад, температура від -40 до +100 градусів за Цельсієм, вологість від 0 до 100%, тиск від 0 до 10 бар тощо.

Вибрати тип датчика, який вимірює необхідний параметр. Наприклад, термометр опору для вимірювання температури, вологомір для вимірювання вологості, перетворювач тиску для вимірювання тиску, тощо.

Вибрати виробника датчика, опираючись на стандарт АСУТП

Перевірити наявність додаткових функцій датчика, таких як підтримка протоколів зв'язку, можливість налаштування параметрів вимірювання, тощо.

Для кожного параметра необхідно підібрати свій датчик, вказуючи тип вихідного сигналу. Крім того необхідно обрати виконавчі механізми і відповідні їх вхідні сигнали. Всі дані занесем в таблицю.

В прикладі будемо користуватись наступними ресурсами для вибору обладнання: фірми Siemens [1] та фірми Belimo [2]. Однак можливо обирати інші фірми-виробники, які відповідають вимогам стандарту АСУТП [3]. За результатами вибору сформуємо таблицю 1.2 (див. наступну сторінку).

Завдання 3. Вибір контролера.

Для вибору контролера та необхідних модулів скористаємося каталогом TIA Selection Tool.

TIA Selection Tool – це безкоштовне програмне забезпечення для вибору та конфігурації компонентів автоматизації Siemens. Цей інструмент дозволяє швидко та просто підібрати необхідні компоненти, відповідно до ваших потреб. Ця програма містить повний каталог продуктів Siemens, який включає в себе різні компоненти, такі як контролери, промислові комп'ютери, модулі введення-виведення, пристрої комунікації та інші.

Основні функції TIA Selection Tool:

- вибір та конфігурація продуктів Siemens за допомогою інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу;
- розрахунок потужності, струму, напруги та інших параметрів, необхідних для правильної конфігурації компонентів;

Таблиця 1.2 – Вибір обладнання

Аналогові датчики			
Параметр	Модель	Діапазон	Сигнал
Витрата води через котел	SITRANS FX330	0 ... 160000 м3/ч	4-20мА
Витрата газу	SITRANS FX330	0 ... 16000 м3/ч	4-20мА
Тиск води на виході із котла	SITRANS P500	0 ... 16 бар	4-20мА
Тиск води на вході в котел	SITRANS P500	0 ... 16 бар	4-20мА
Тиск газу	SITRANS P500	0 ... 100 кПа	4-20мА
Тиск повітря	SITRANS P500	0 ... 4 кПа	4-20мА
Положення заслонки газу	Belimo SY.. -230-MF Зворотній зв'язок	0 ... 100 %	0-10 V
Положення заслонки повітря	Belimo SY.. -230-MF Зворотній зв'язок	0 ... 100 %	0-10 V
Розрідження в топці	SITRANS P500	0 ... (-0.4) кПа	4-20мА
Температура води на вході	SITRANS TS100	-50...+400 С	PT100
Температура води на виході	SITRANS TS100	-50...+400 С	PT100
Температура газу на котел	SITRANS TS100	-50...+400 С	PT100
Дискретні датчики			
Параметр	Модель	Діапазон	Сигнал
Присутність полум'я	Siemens QRA2	-	0 або +24V
Перемикач режиму	Siemens 3SU1052	-	0 або +24V
Кнопка зупинки	Siemens 3SU1152	-	0 або +24V
Аналогові виконавчі механізми			
Клапан регулювання витрати газу	Belimo SY.. -230-MF	0 - 100%	0-10 В
Клапан регулювання витрати повітря	Belimo SY.. -230-MF	0 - 100%	0-10 В
Дискретні виконавчі механізми			
Відсічний клапан газу	Belimo EV230A-TPC	-	0 або +24V
Дзвінок	Siemens 8WD4408-0AA	-	0 або +24V
Лампа роботи	Siemens 8WD5320-0CC	-	0 або +24V
Лампа зупинки	Siemens 8WD5320-0CB	-	0 або +24V
"Більше" на вм розрідження	Belimo PRCA-S2-T	-	0 або +24V
"Меньше" на вм розрідження	Belimo PRCA-S2-T	-	0 або +24V

- можливість зберігати та завантажувати конфігурації компонентів для майбутнього використання;
- наявність документації та технічної інформації для кожного компонента;
- інтеграція з іншими програмами Siemens для проектування та програмування автоматизації.

TIA Selection Tool дозволяє підібрати компоненти, що відповідають вашим потребам, зменшуючи час, необхідний для вибору та конфігурації продуктів. Вона також забезпечує точність та надійність конфігурації, що робить її цінним інструментом для інженерів-автоматизаторів та проектувальників у різних галузях промисловості.

Нижче наведені вказівки по користуванню TIA Selection Tool:

Крок 1: Завантажте та встановіть програмне забезпечення TIA Selection Tool з веб-сайту Siemens за посиланням:

[TIA Selection Tool | Totally Integrated Automation \(TIA\) | Siemens USA](#)

Або користуватися online – версією (в такому режимі не всі можливості доступні): [TIA Selection Tool cloud - Siemens.](#)

Крок 2: Запустіть програму та виберіть потрібний продукт зі списку доступних продуктів Siemens. Після вибору продукту відобразяться всі доступні компоненти.

Крок 3: Виберіть потрібний компонент зі списку. Зверніть увагу на характеристики та параметри продукту.

Крок 4: Введіть параметри продукту, які відповідають вашим потребам. Після цього програма підбере компонент, що відповідає вашим критеріям.

Крок 5: Перевірте обраний компонент та його параметри. Якщо все вірно, ви можете зберегти конфігурацію.

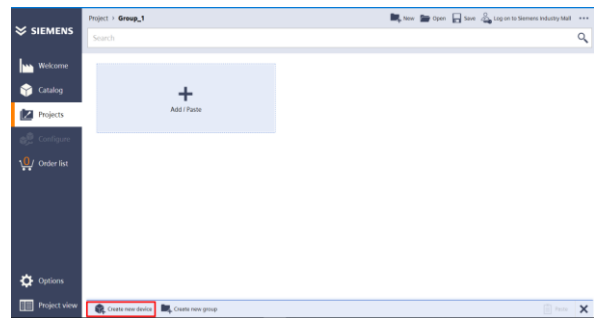
Крок 6: Створіть замовлення на компонент або збережіть його конфігурацію для майбутнього використання.

Крок 7: Завантажте файли проекту, які потрібні для програмування компонента, та розпочніть проєктування.

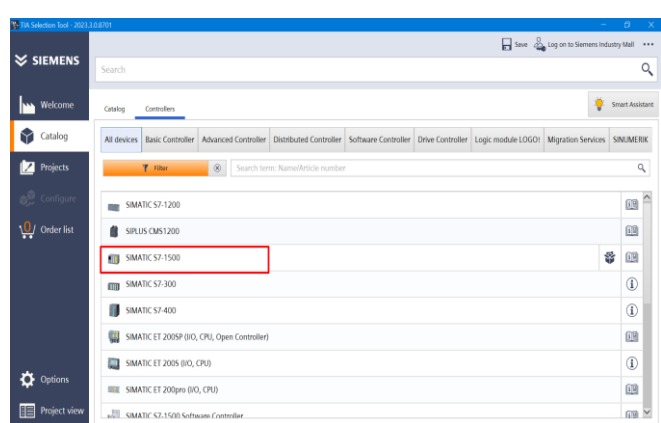
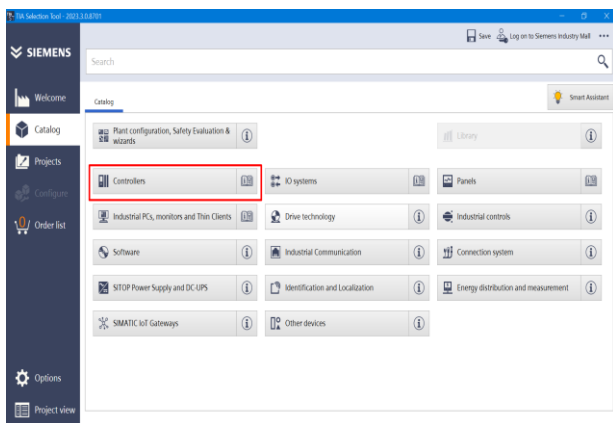
Крок 8: Після завершення проєктування завершіть роботу з програмою TIA Selection Tool.

Цей інструмент дозволяє обрати актуальні моделі контролерів і бути впевненим, що обрані елементи підходять один до одного.

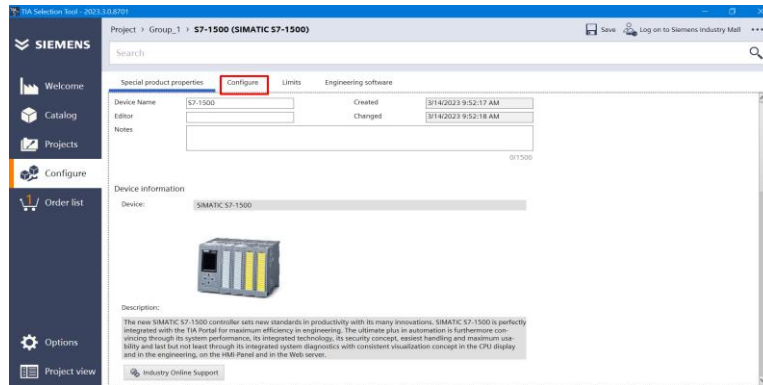
Відкриваємо програму і створюємо новий проєкт:



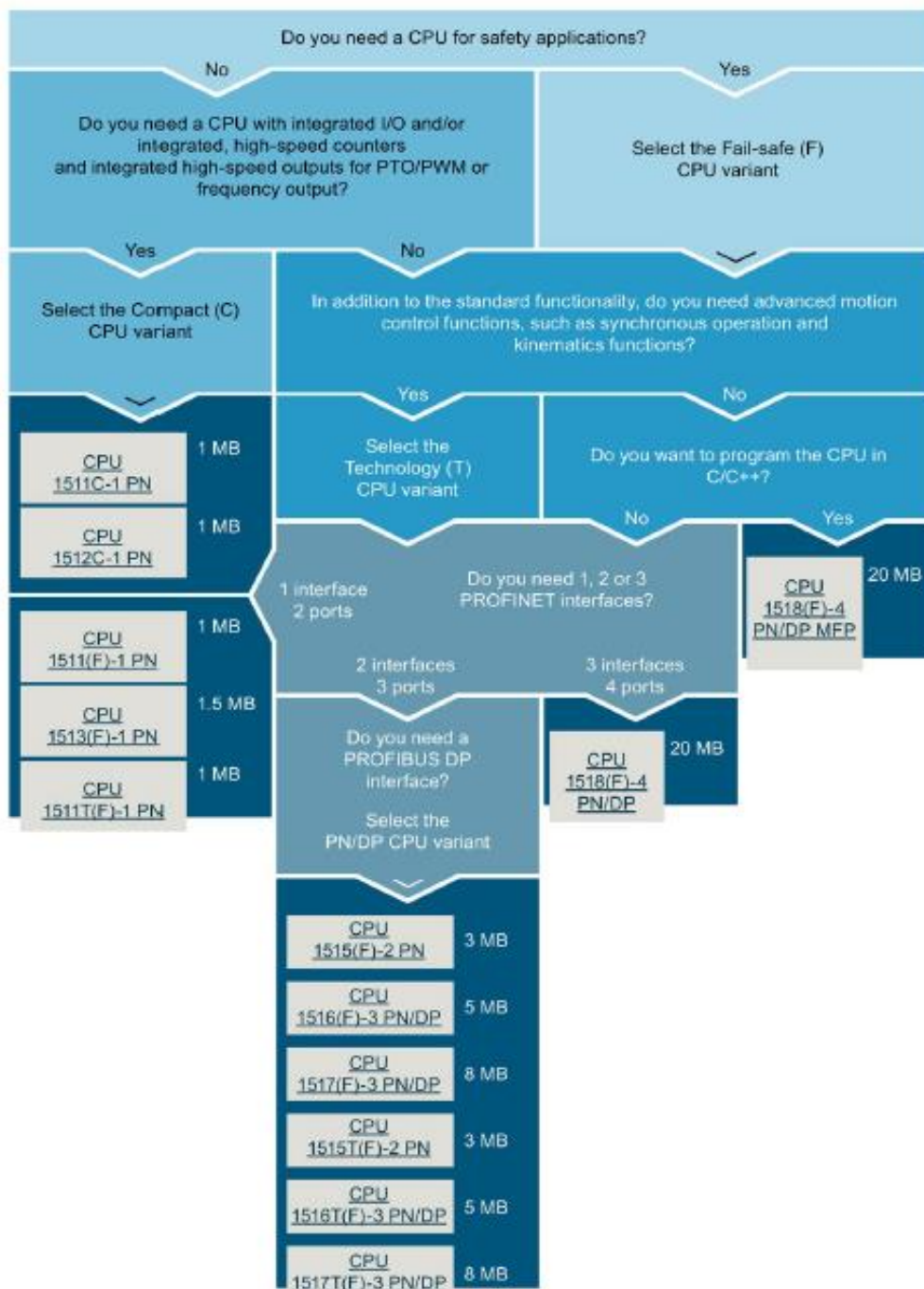
Обираємо контролер серії S7 – 1500:

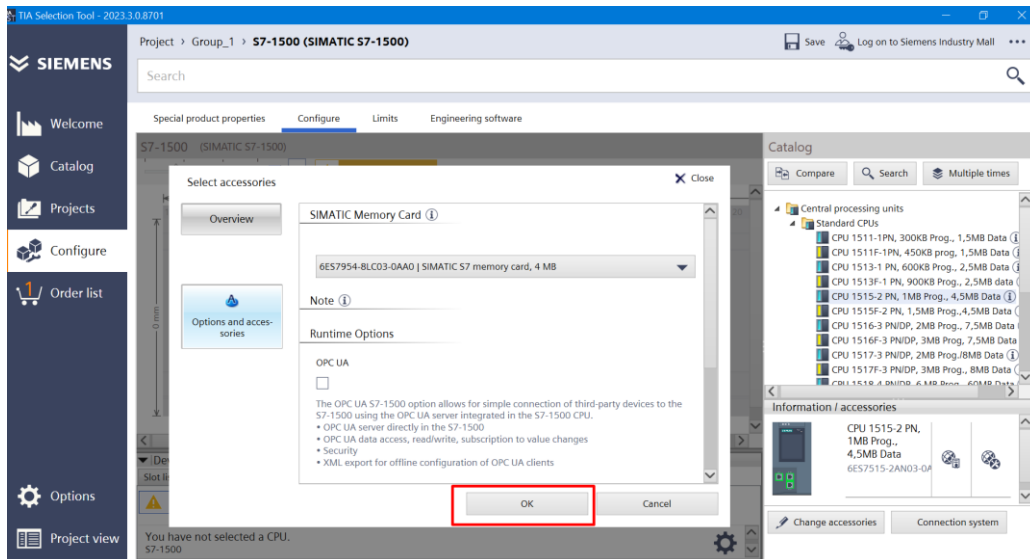
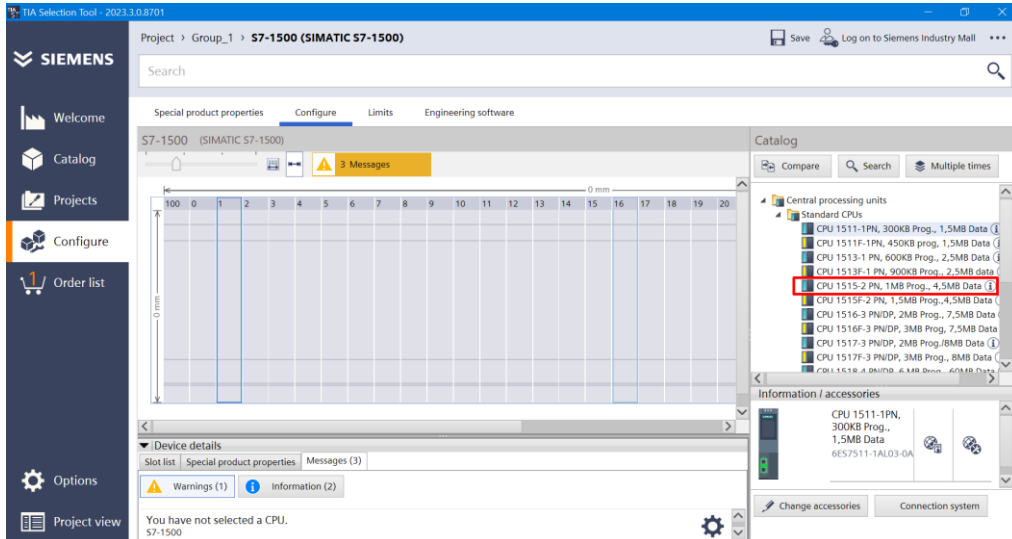


Переходимо в розділ конфігурації, в перший слот обираємо CPU 1515. З відмінностями між різними моделями контролеру можна ознайомитися на офіційному сайті [1].

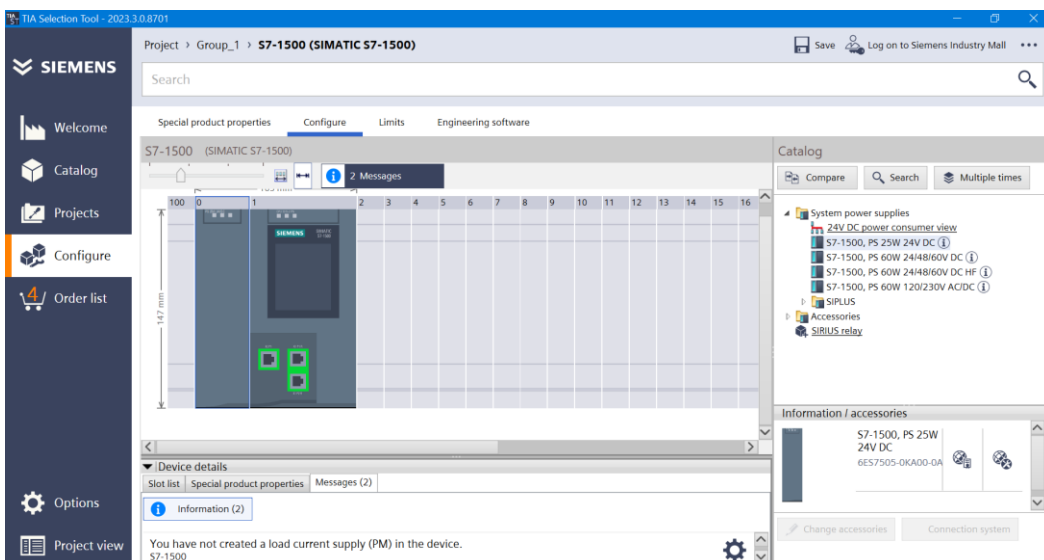


Рекомендації по вибору ЦП приставлені в наступній схемі:

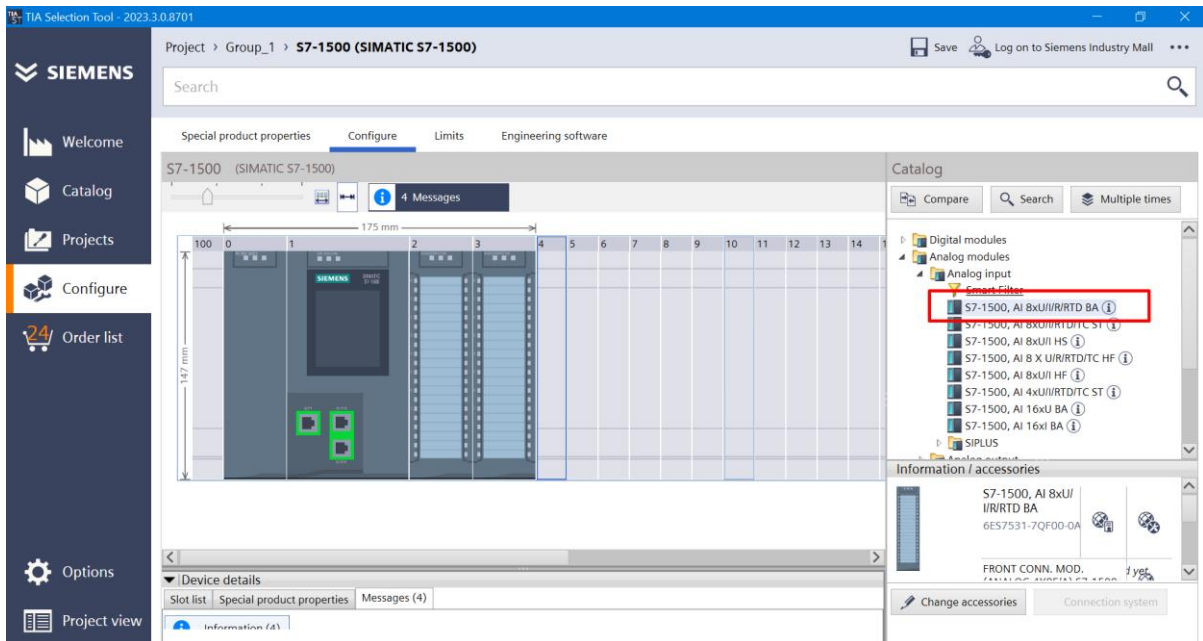




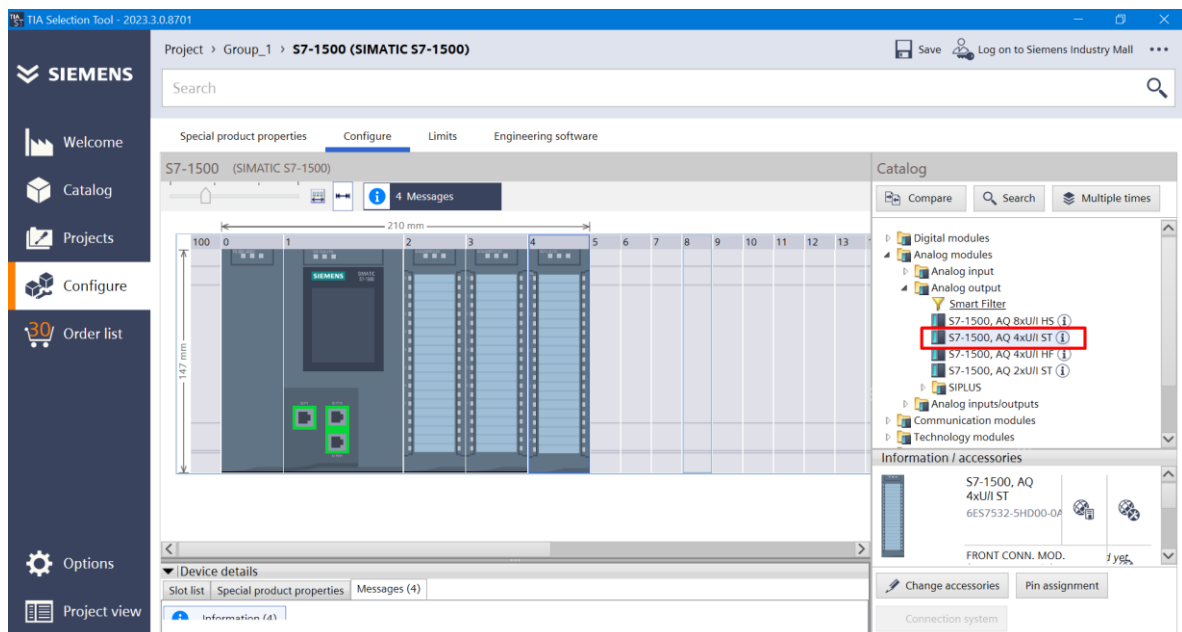
Далі необхідно обрати блок живлення, важливо, що блок живлення розміщується в слот 0:



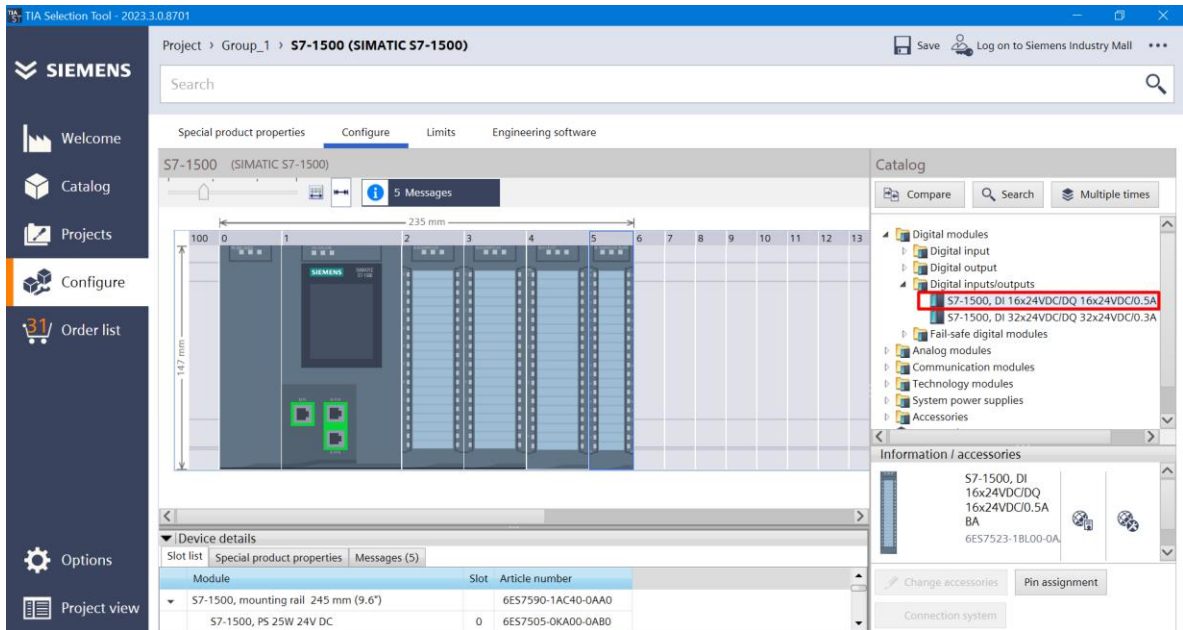
Далі обраємо аналогові модулі, так як у нас 12 аналогових датчиків, необхідно 2 модуля по 8 каналів. Важливо звернути увагу щоб модуль підтримував необхідний тип сигналу, а також те, що типи сигналів можна змінювати лише на двох каналах одночасно, тобто для наших трьох датчиків RT-100 буде задіяно 4 канали модуля, запрограмованих на тип RTD:



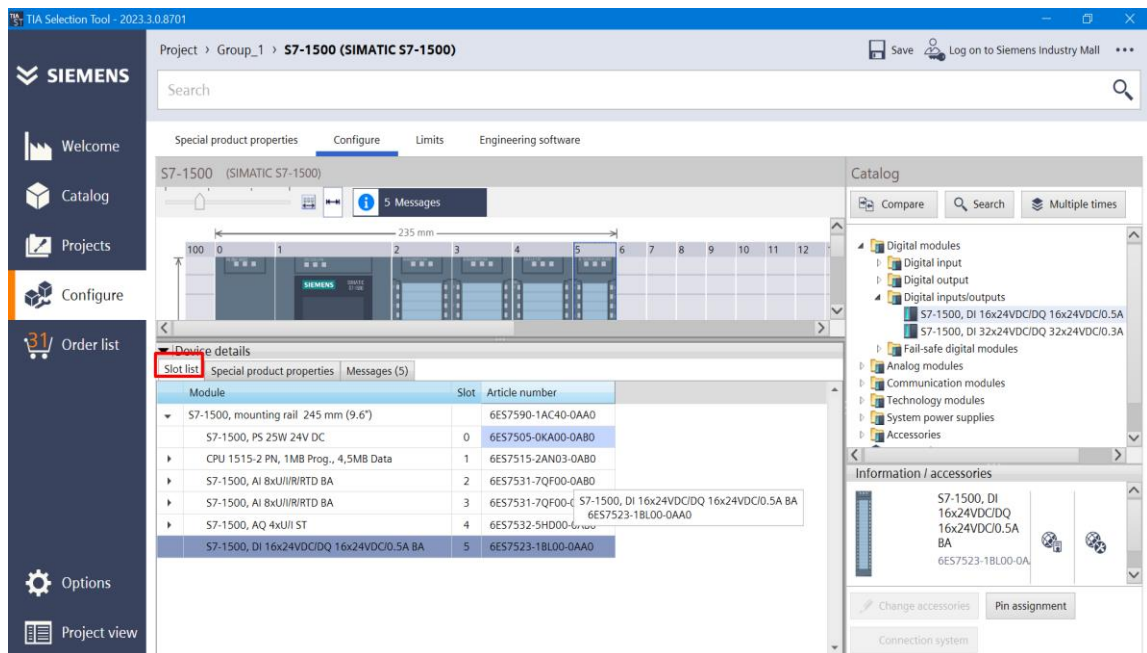
Далі оберемо модуль для аналогового виведення. Так як в нас задіяно 2 аналогових виходи, достатньо модуля з чотирма виходами.



Дискретні сигнали. Можна задіяти окремий модуль для введення, а окремий для виведення, однак ми обираємо один модуль, який має канали як для введення, так і для виведення сигналів.



Отриманий лист модулів буде використаний для конфігурації обладнання.

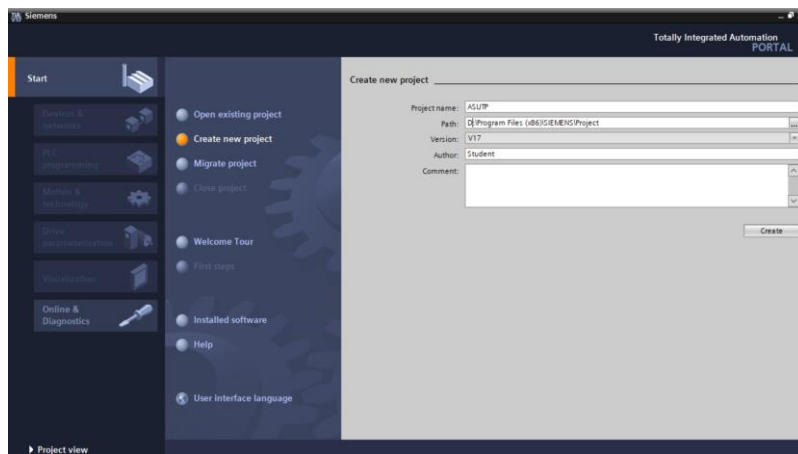
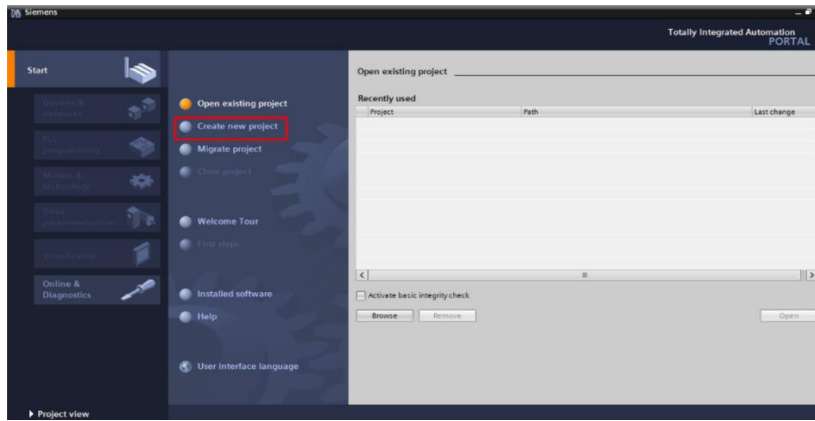


Створення апаратної частини проекту в середовищі TIA Portal

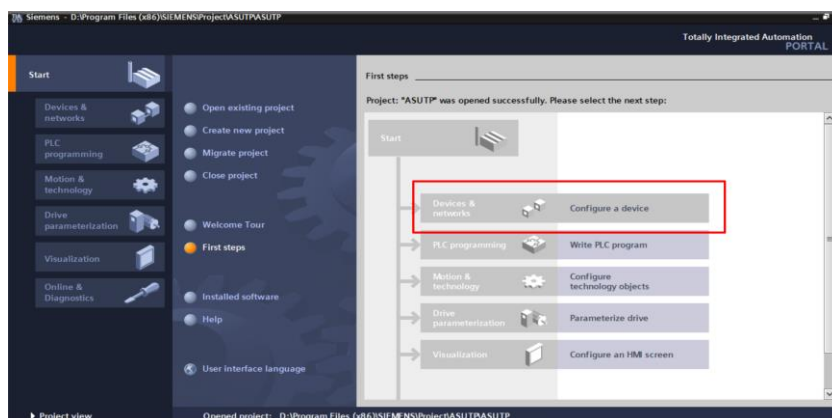
Завдання 4. Створення нового проекту.

Запускаємо програму TIA Portal . У вікні програми потрібно створити новий проєкт.

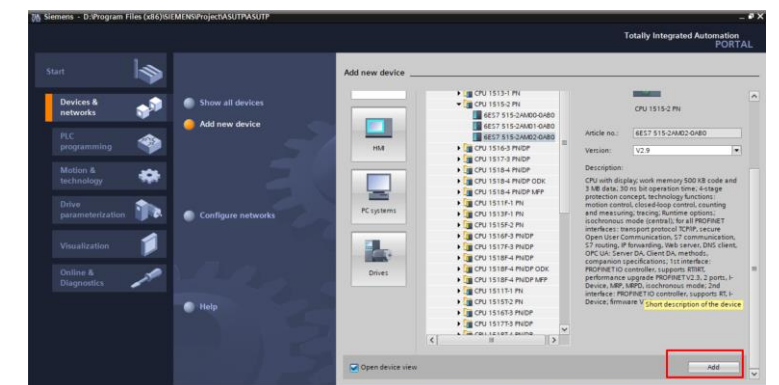
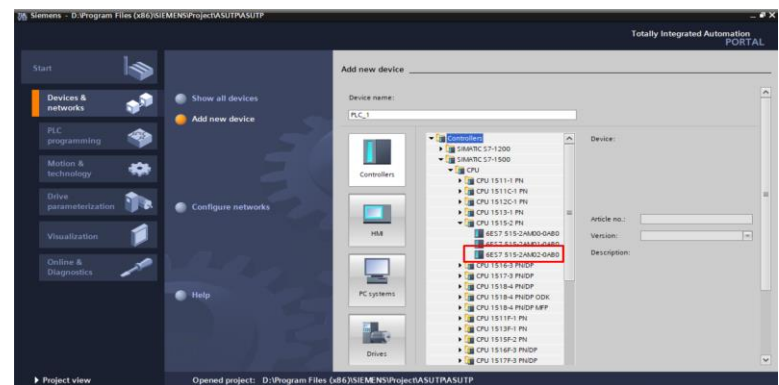
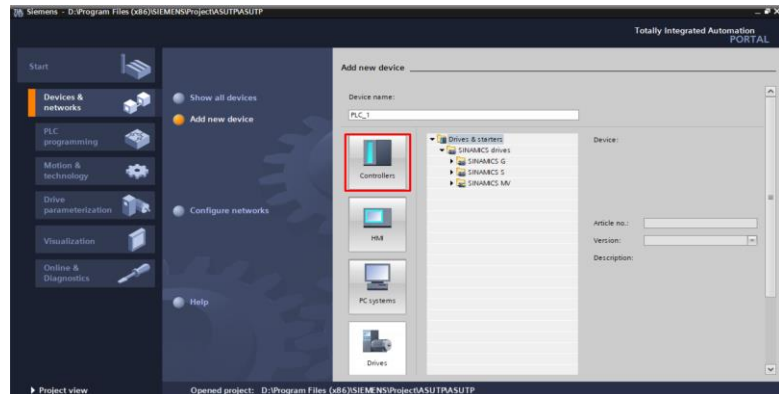
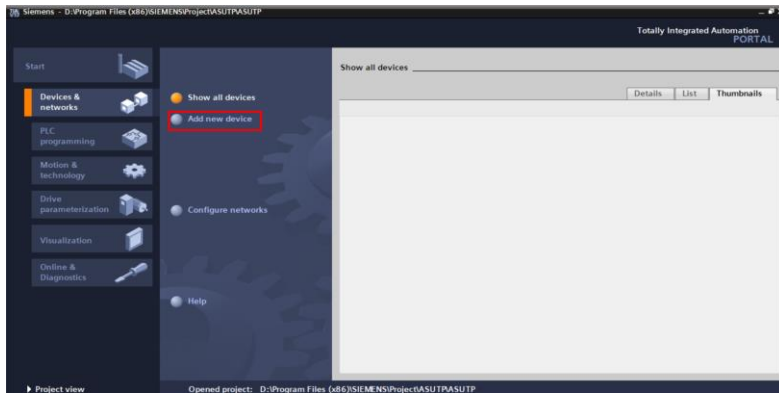
Проєкт створюється у вікні *Створення нового проєкту*, натискаючи на відповідну кнопку. Необхідно дати назву проєкту у вікні *Ім'я проєкту*. Вікно проєкту показано на рисунку . Після завершення всіх налаштувань натисніть кнопку *Створити* для створення проєкту.



Наступним кроком є конфігурація системи. Цей термін означає розміщення модулів, модулів та інтерфейсних модулів у таблиці конфігурації. Для цього в TIA Portal після створення проекту відкриється вікно покрокової настройки системи для оптимізації роботи з проектом. Щоб створити конфігурацію обладнання, виберіть «Пристрої та мережі» «Настроювання пристрою». Після завершення вибору ЦПУ необхідно натиснути кнопку *Додати*, після чого обраний ЦПУ буде доданий в проект.



Далі виберіть *Додати новий пристрій*. З чотирьох запропонованих типів пристроїв виберіть тип ПЛК, а потім визначте конфігурацію, виходячи з раніше обраних приладів.



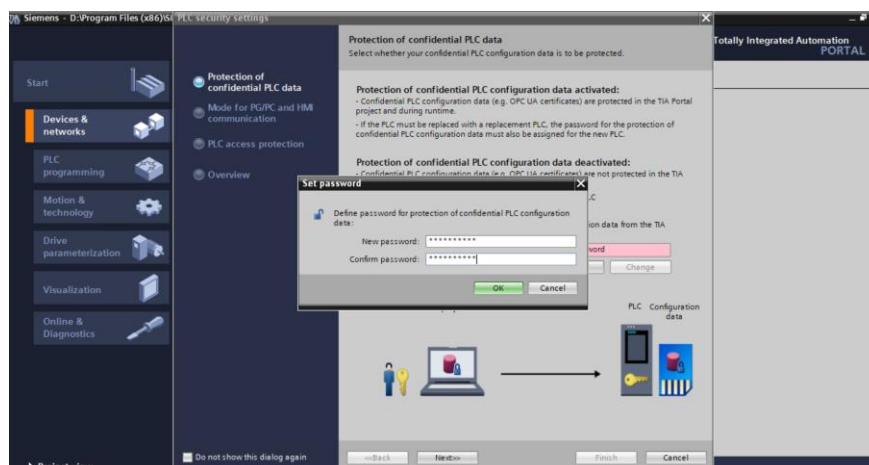
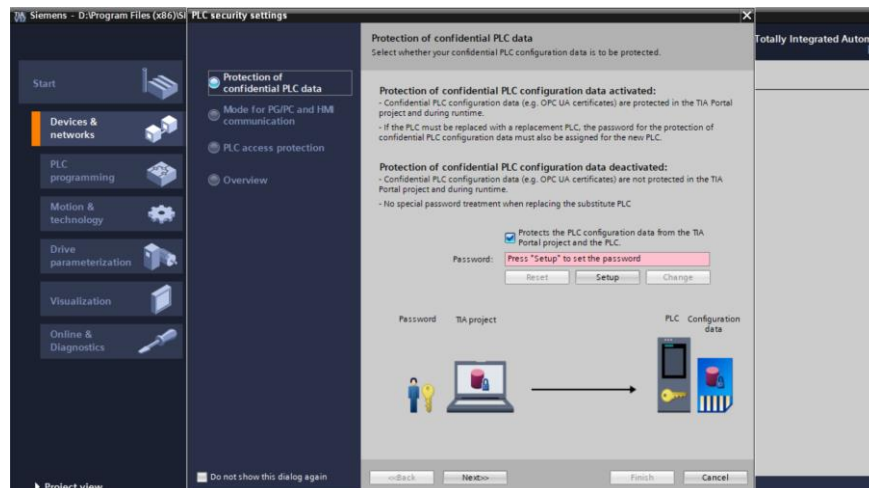
Далі їде пункт захисту конфіденційних даних ПЛК. Виберіть, чи потрібно захищати конфіденційні дані конфігурації ПЛК:

Варіант 1. Активовано захист конфіденційних даних конфігурації ПЛК, тобто конфіденційні дані конфігурації ПЛК (наприклад, сертифікати OPC UA) захищені в проекті TIA Portal і під час виконання. Якщо ПЛК необхідно

замінити іншим ПЛК, пароль для захисту конфіденційних даних конфігурації ПЛК також має бути призначений для нового ПЛК.

Варіант 2. Захист конфіденційних конфігураційних даних ПЛК вимкнено. В цьому разі конфіденційні дані конфігурації ПЛК (наприклад, сертифікати OPC UA) не захищені в проєкті TIA Portal і під час виконання, і немає спеціальної обробки пароля під час заміни замінного ПЛК.

Для прикладу встановимо пароль “Aa11111111”.



Далі потрібно вибрати спосіб захисту доступу до ПЛК.

Доступні наступні режими:

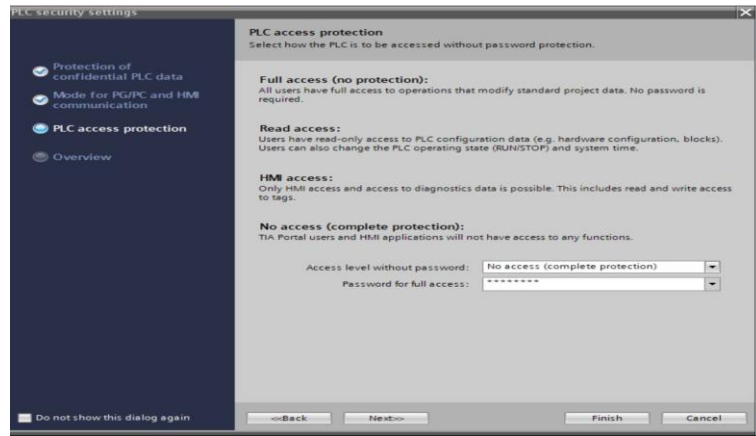
1. Повний доступ (без захисту): усі користувачі мають повний доступ до операцій, які змінюють стандартні дані проєкту. Пароль не потрібен.

2. Доступ для читання: користувачі мають доступ лише для читання до конфігураційних даних ПЛК (наприклад, апаратної конфігурації, блоків). Користувачі також можуть змінювати робочий стан ПЛК (RUN/STOP) і системний час.

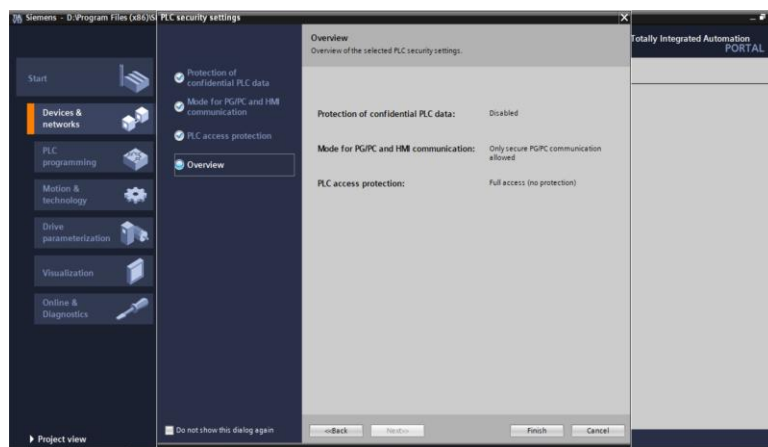
3. Доступ НМІ: можливий лише доступ до НМІ та доступ до діагностичних даних. Це включає доступ для читання та запису до тегів.

4. Немає доступу (повний захист): користувачі TIA Portal і програми НМІ не матимуть доступу до жодних функцій.

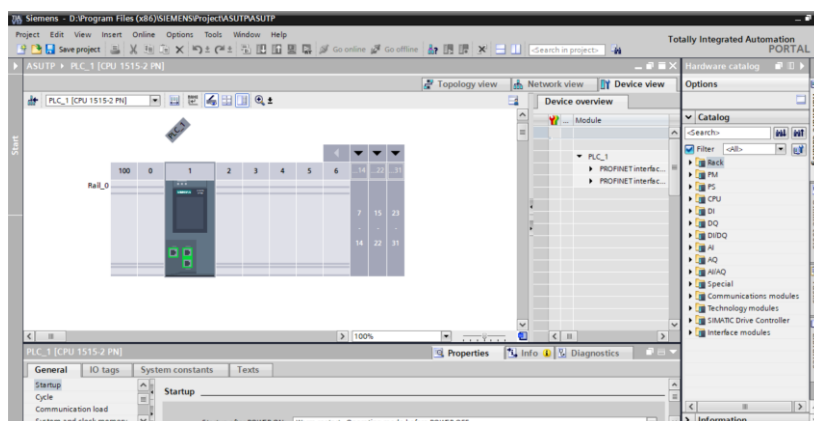
Ставимо для прикладу такий самий пароль “Aa11111111”



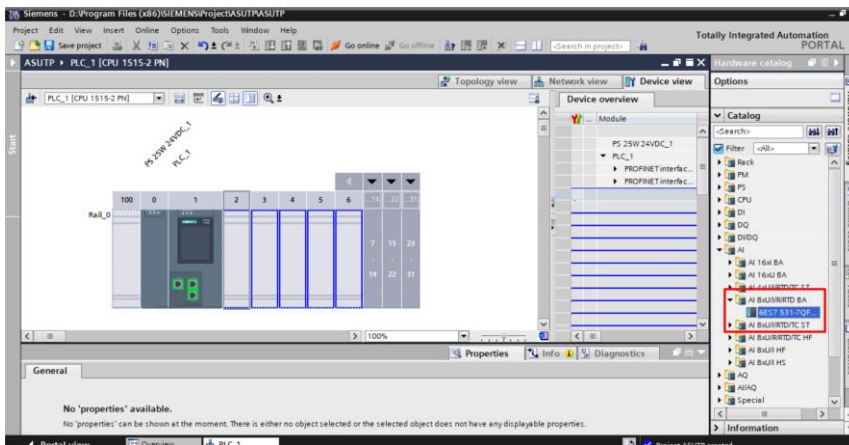
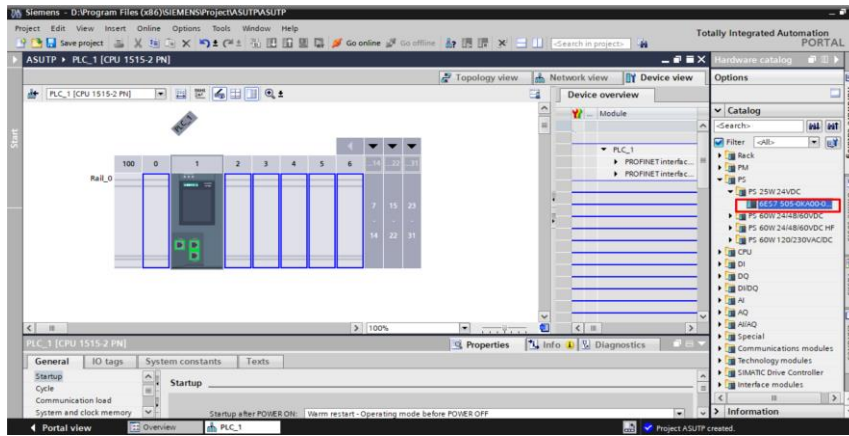
Після чого завершуємо налаштування.



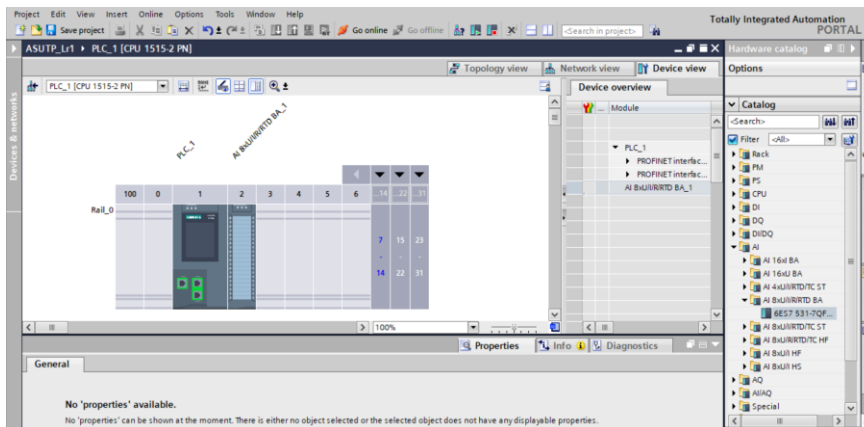
Апаратні модулі встановлюються на слоти в строго певному порядку. Відповідно до реального розташування модуля складається таблиця конфігурації. Всі модулі вибираються з директорії пристрою, розташованої в правій частині вікна.



Перший слот призначений для живлення, для подачі напруги на центральний процесор і наступні за ним модулі. Вставимо його подвійним натиском лівої кнопки миші.

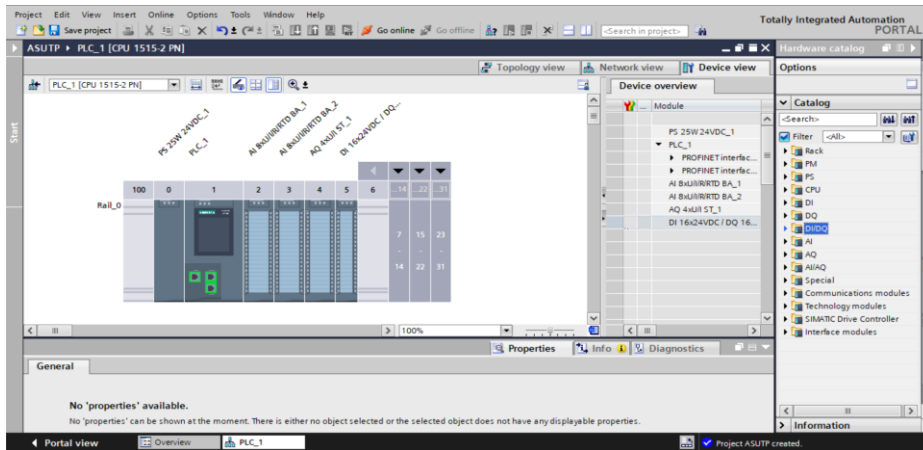


Далі обираємо аналоговий модуль введення.



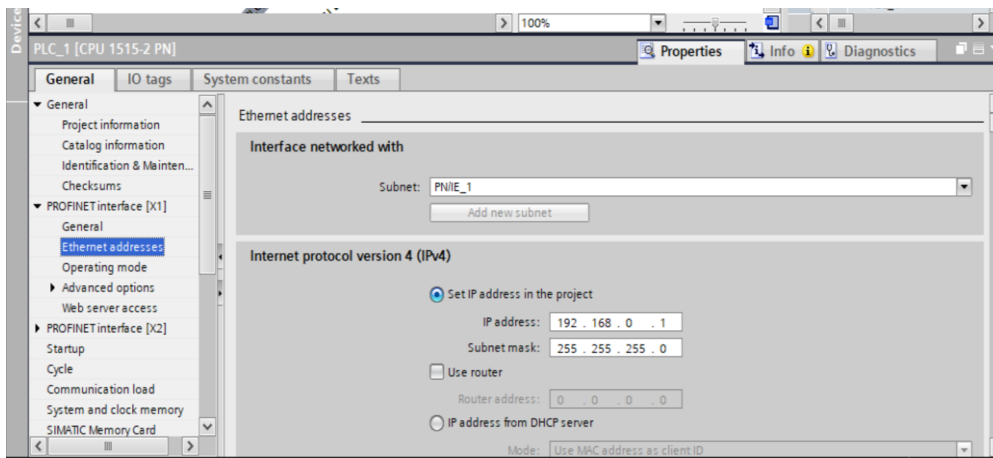
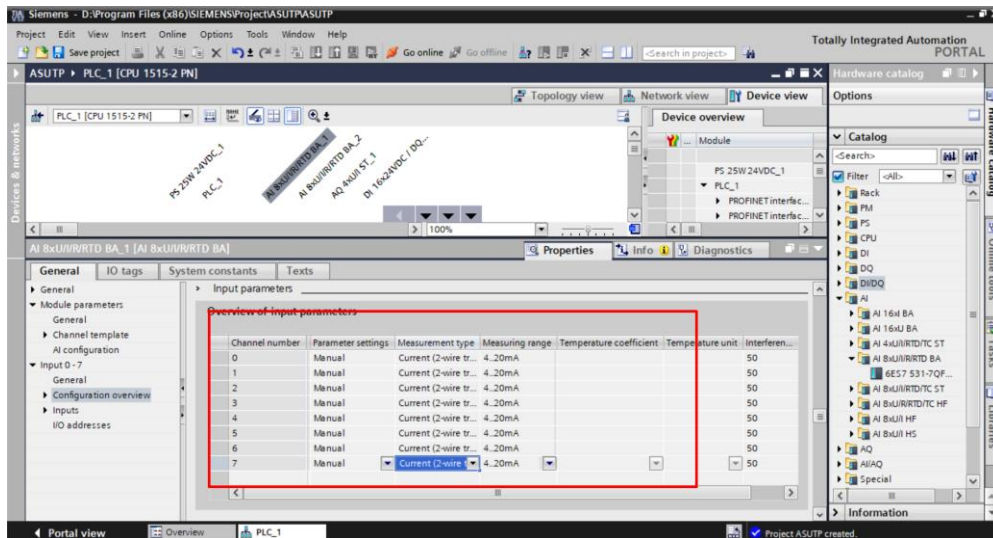
Остаточна конфігурація представлена нижче. Щоб зробити правильну конфігурацію обладнання, потрібно підібрати обладнання відповідно до отриманої в TIA Selection tools.

Заповніть решту таблиці конфігурації відповідно до фактичної установки. Необхідно пам'ятати, що в таблиці конфігурації, як і в реальній установці, перше місце займає блок живлення, і відразу після нього центральний процесор встановлюється, потім інші модулі. Запишіть адреси, які присвоюються кожному з модулів.

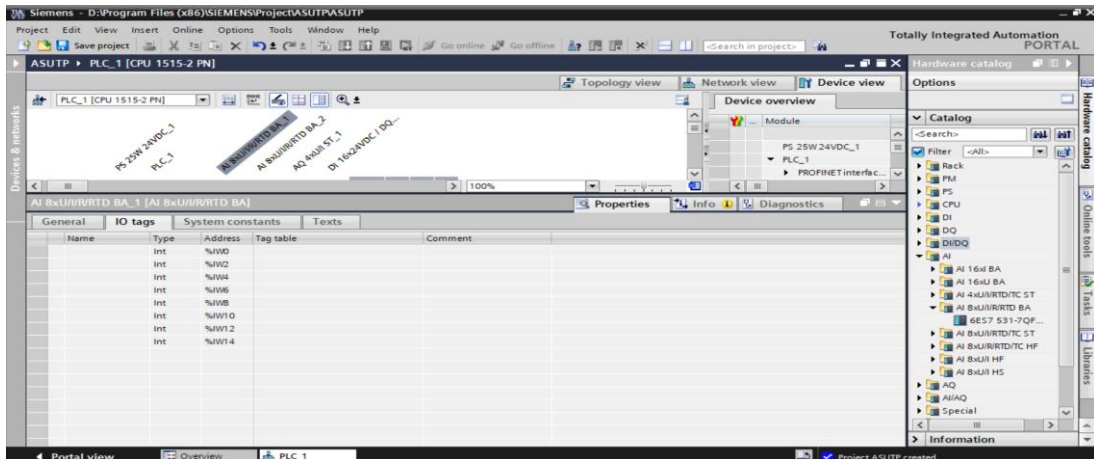


У вкладці «Властивості» внизу вікна редактора є вікно налаштувань, де можна переглянути всі властивості будь-якого об'єкта і змінити їх.

Налаштуємо аналогові модулі відповідно до необхідних типів вхідних та вихідних сигналів, а також необхідну IP адресу в контролер.



Останнім кроком запишемо адреси вхідних та вихідних каналів в наступному виді:



Центральний процесор	CPU 1515-2 PN 6ES7515-2AN03-0AB0			
Аналоговий модуль 1	Analog S7-1500, AI 8xU/I/R/RTD 6ES7531-7QF00-0AB0			
	№Канала	Адреса	Параметр	
	0	%IW0	Витрата води через котел	
	1	%IW2	Витрата газу	
	2	%IW4	Тиск води на виході із котла	
	3	%IW6	Тиск води на вході в котел	
	4	%IW8	Тиск газу	
	5	%IW10	Тиск повітря	
Аналоговий модуль 2	Analog S7-1500, AI 8xU/I/R/RTD 6ES7531-7QF00-0AB0			
	№Канала	Адреса	Параметр	
	0	%IW16	Положення заслонки газу	
	1	%IW18	Положення заслонки повітря	
	2	%IW20	Розрідження в топці	
	3	%IW22		
	4	%IW24	Температура води на вході	
	5	%IW26	Температура води на виході	
Аналоговий модуль 3	Analog Output S7-1500, AQ 4xU/I ST 6ES7532-5HD00-0AB0			
	№Канала	Адреса	Параметр	
	0	%QW0	Клапан регулювання витрати газу	
	1	%QW2	Клапан регулювання витрати повітря	
	2	%QW4	-	
Дискретний модуль 1	Digital I/O S7-1500, DI /DQ 6ES7523-1BL00-0AA0			
	DI	№Канала	Адреса	Параметр
		0	%I32.0	Присутність полум'я
		1	%I32.1	Перемикач режиму
		2	%I32.2	Кнопка зупинки
	DO	3	%I32.3	Кнопка режиму роботи
		4	%I32.4	-
		5	%I32.5	-
6		%I32.6	-	
7	%I32.7	-		
0	%Q8.0	Відсічний клапан газу		
1	%Q8.1	Дзвінок		
2	%Q8.2	Лампа роботи		
3	%Q8.3	Лампа зупинки		
4	%Q8.4	"Більше" на вм розрідження		
5	%Q8.5	"Менше" на вм розрідження		
6	%Q8.6	-		
7	%Q8.7	-		

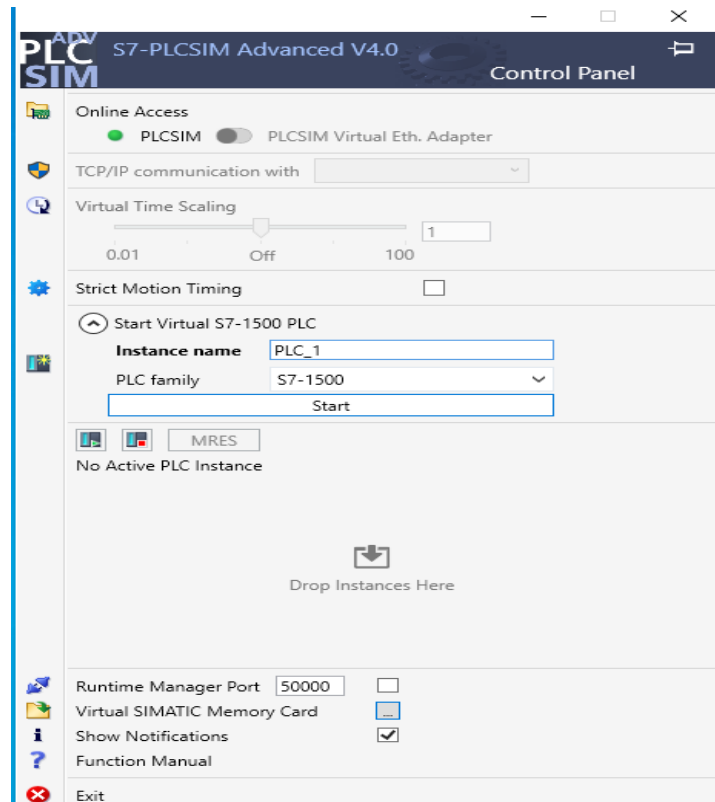
Після всіх налаштувань конфігурації обладнання необхідно завантажити проект в ПЛК.

В наших лабораторних будемо використовувати симулятор контролера S7-1500 PLCSIM Advanced V4.0.

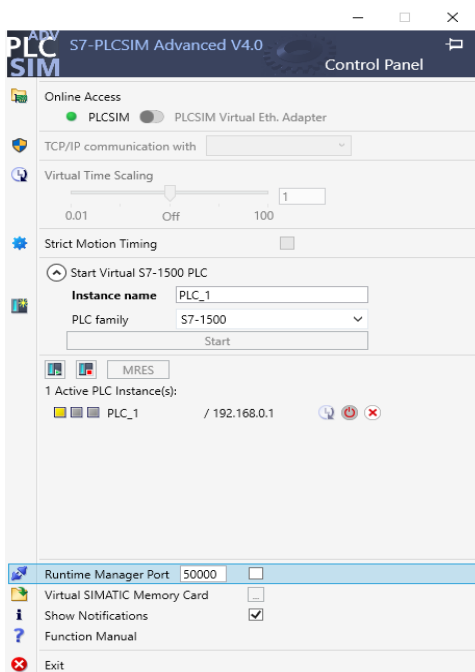
PLCSIM Advanced V4.0 - це програмне забезпечення, яке є симулятором програмного забезпечення для управління промисловими процесами на базі автоматизованих систем управління (АСУ).

За допомогою PLCSIM Advanced V4.0 можна емулювати та тестувати програмне забезпечення для промислових контролерів, таких як SIMATIC S7-1500 та ET 200SP. Це дозволяє інженерам та розробникам управляти процесами, не використовуючи реальне обладнання та не перериваючи виробничу лінію. Основними можливостями PLCSIM Advanced V4.0 є:

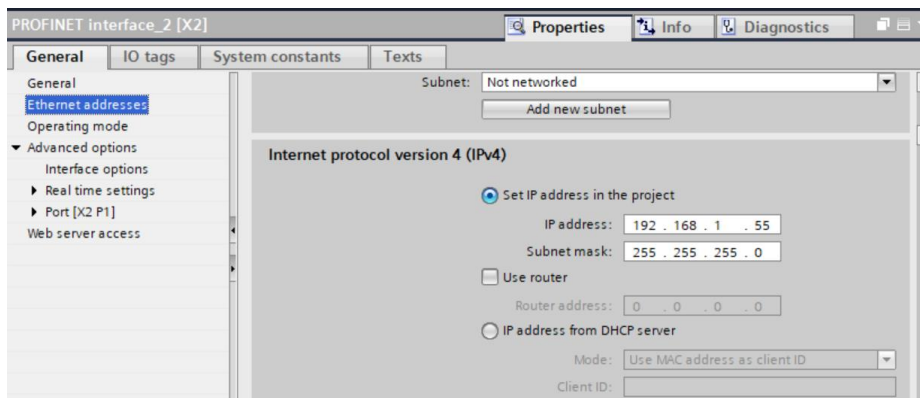
- симуляція процесів та управління ними за допомогою програмного забезпечення для контролерів;
- тестування програмного забезпечення перед його встановленням на реальне обладнання;
- створення тестових сценаріїв та скриптів для автоматичного тестування програмного забезпечення;
- імітація подій та помилок, які можуть виникнути в реальному виробничому середовищі;
- інтеграція з іншими інструментами для розробки програмного забезпечення та управління процесами.
- для початку роботи с симулятором Вносимо назву контролера натискаємо Start.



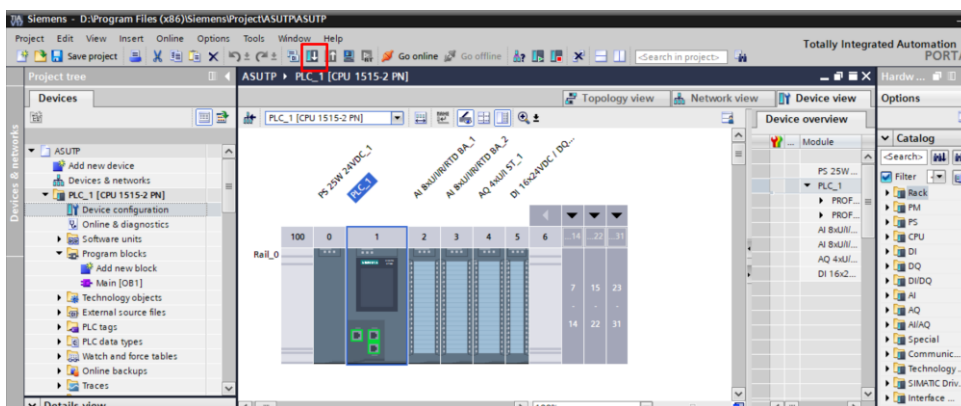
В переліку бачимо наш контролер. Жовтий індикатор означає, що він в режимі «Stop», в режим «Run» він не переходить, поки немає програми.



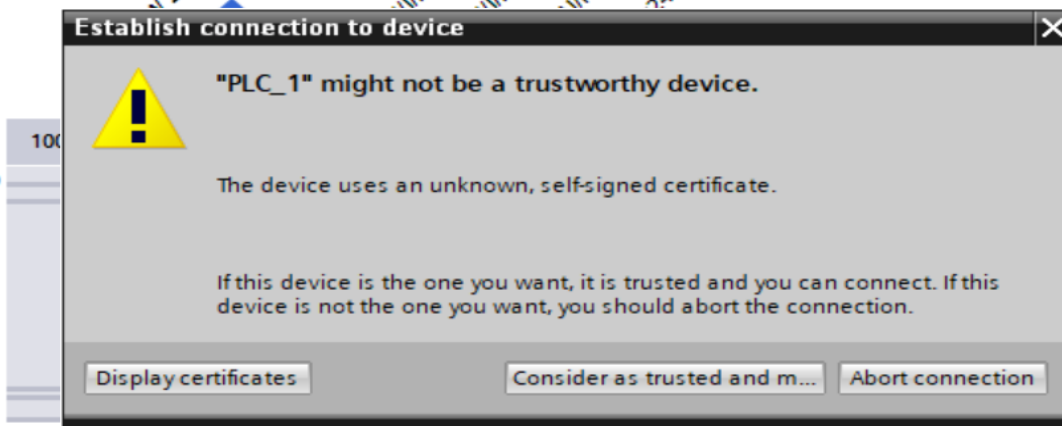
Далі в TIA Portal параметруємо відповідну адресу контролеру:



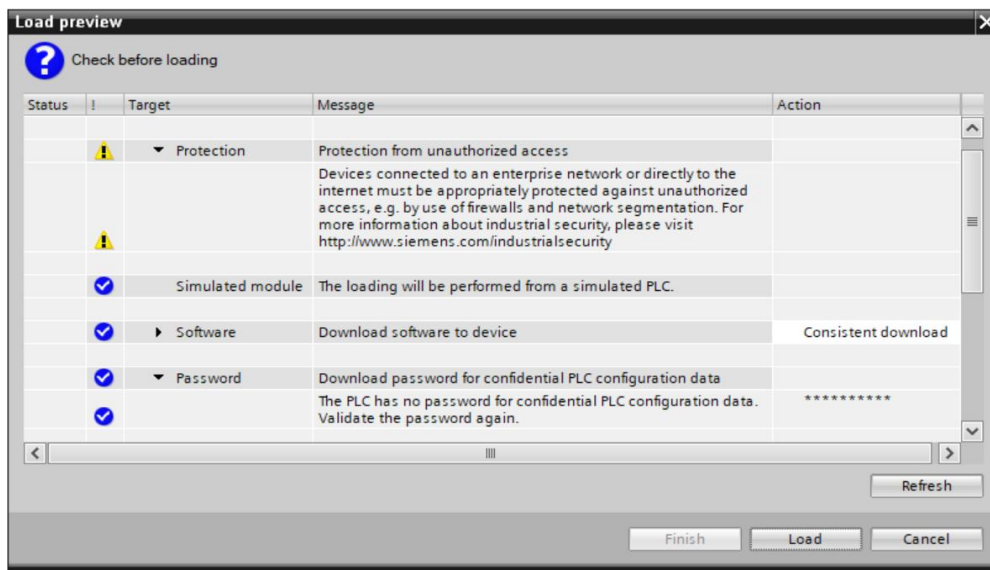
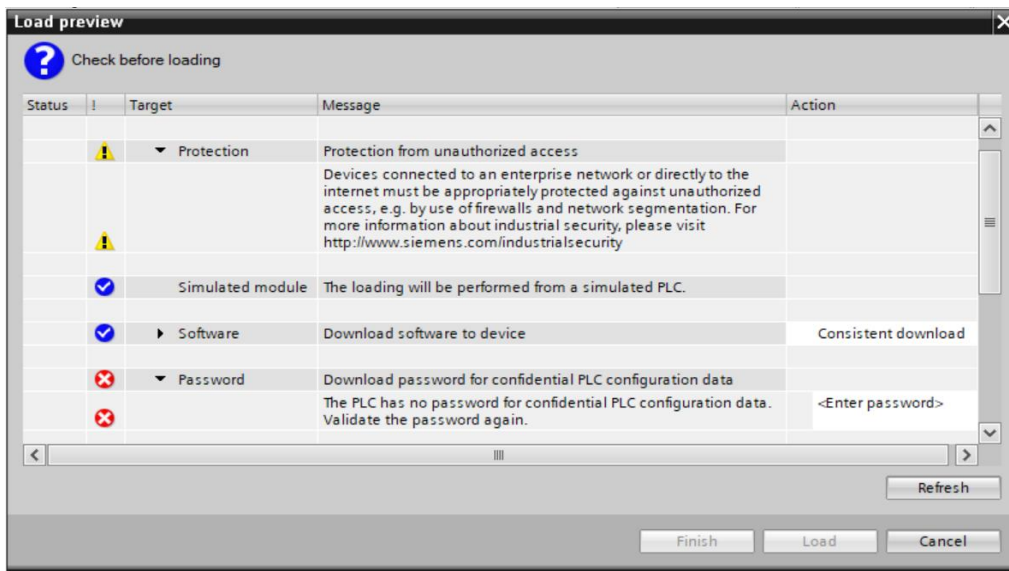
Натискаємо кнопку завантаження:



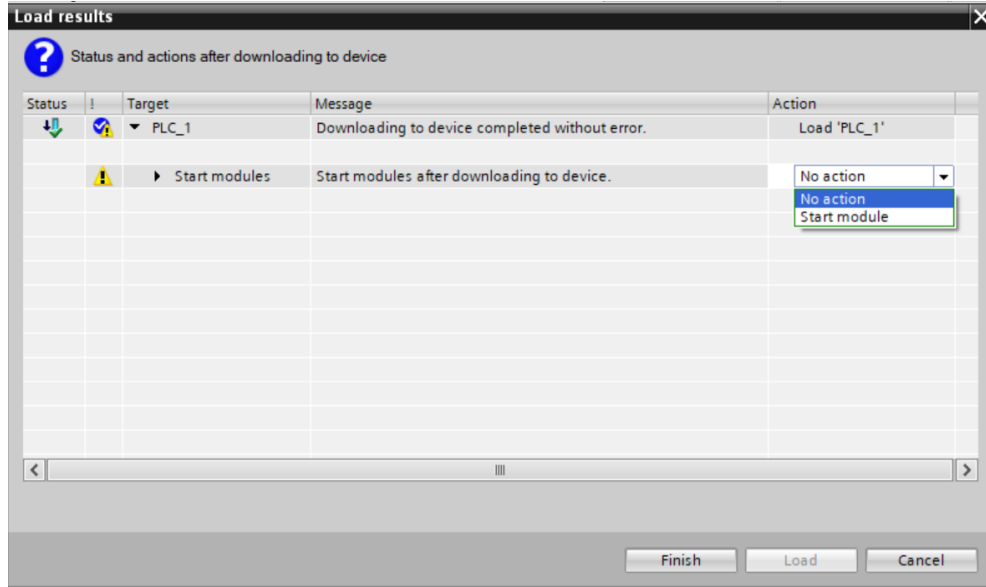
Підтверджуємо сертифікат:



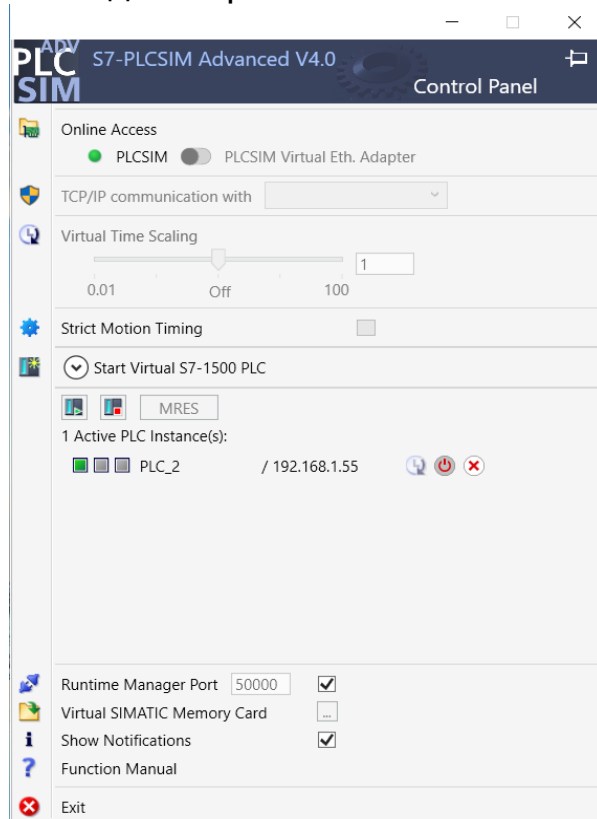
Вводимо пароль, який створили раніше і натискаємо «load».



Вставляємо режим «Start module» і завершуємо завантаження.

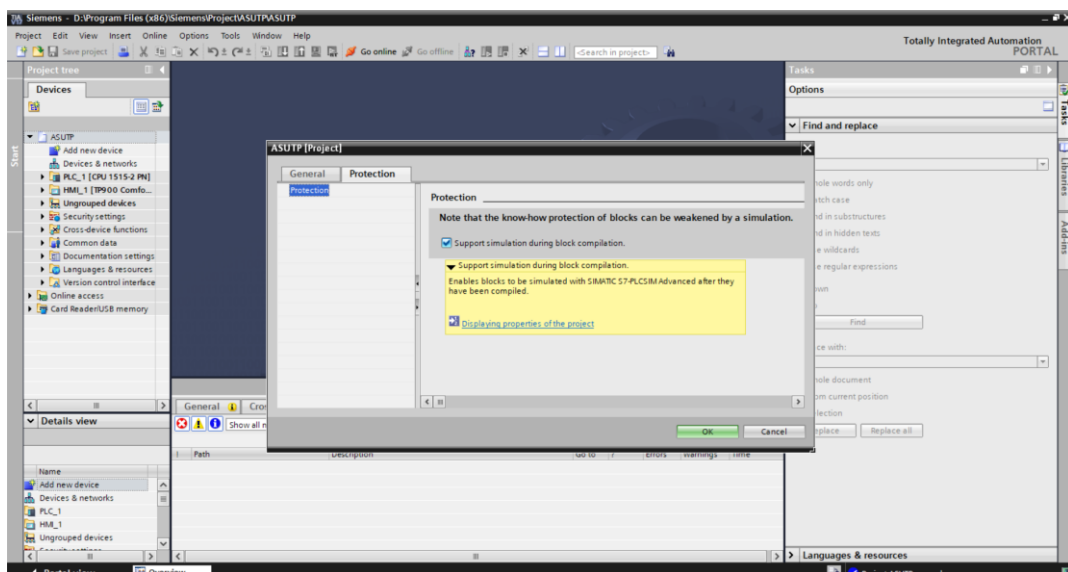
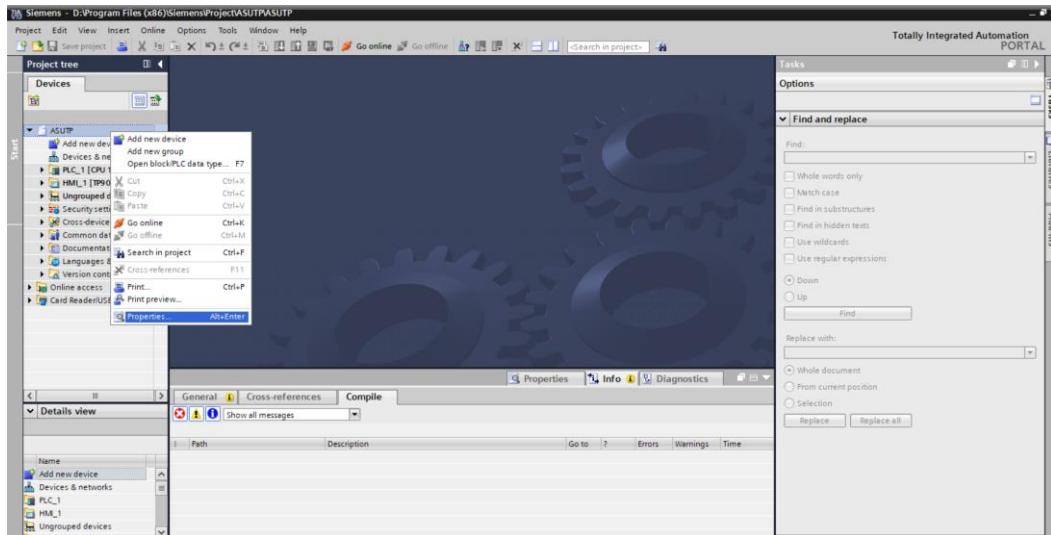


При коректному завантаженні контролер переходить в режим «Run», про це свідчить зелений індикатор.



Налаштування апаратної частини контролера пройшли успішно.

В випадку помилки при завантаженні програми в симулятор, необхідно перевірити дозвіл на роботу симулятора:



Зміст звіту: у відповідності з прикладом, наведеним у теоретичній частині. Звіт оформлюється в Microsoft Word поточної версії та завантажується в Moodle. В звіт обов'язково необхідно додавати копії екрану монітора з поясненнями.

Критерії оцінювання виконаної роботи: знання технології обраного об'єкту, призначення та принципів роботи обладнання, якість вибору та характеристик обладнання, логічність використання типів вхідних та вихідних сигналів, знання середовища TIA Portal.

Захист роботи. Після завантаження звіту у Moodle викладач перевіряє звіт. У випадку відсутності суттєвих помилок робота оцінюється 60% від максимально можливої кількості балів, що зазвичай наведена в семестровому графіку. Для підвищення оцінки здобувач повинен публічно захистити роботу.



КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Призначення контролеру.
2. Цикл роботи контролеру. Типи вхідних та вихідних сигналів.
3. Яким чином обираються аналогові та дискретні модулі?
4. Принципи вибору типу контролеру та окремих його компонентів.
5. Програмне забезпечення TIA Portal для вибору апаратної частини проекту.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Siemens : Sie Portal. URL: <https://sieportal.siemens.com> (дата звернення: 07.07.2024).
2. BELIMO. Електронний каталог всієї продукції BELIMO. URL: <http://belimo.com.ua/katalogi> (дата звернення: 07.07.2024).
3. СТАНДАРТ АСУ ТП 2.0. Вид. офіц. Київ : ТОВ «МЕТІНВЕСТ ДІДЖИТАЛ», 2020. 50 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Створення програмної частини проєкту АСУТП в середовищі TIA Portal»

Мета роботи: Здобути практичні навички в створенні програмного забезпечення на мові LAD для контролера Siemens в середовищі TIA Portal.

ЗАВДАННЯ:

1. На основі об'єкту кваліфікаційної роботи обрати технологічний процес та визначити основні параметри контролю та регулювання.
2. За допомогою цих вказівок, з використанням [1],[2],[3]:
 - a) Створити список тегів відповідно п. 1.
 - b) Створити екземпляр DB для аналогових вхідних параметрів .
 - c) Створити блок FC для обробки аналогових вхідних параметрів .
 - d) Створити блок FC для обробки логіки керування і сигналізації .
 - e) Створити блок OB-30 і в ньому відповідні PID-регулятори.
 - f) Перевірити створену програму за допомогою симулятора.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

У ПЛК використовуються модулі, які мають твердотільну пам'ять. Розмір пам'яті для кожного типу пам'яті вказується в байтах (1 байт = 8 біт). Оскільки сучасні схеми пам'яті можуть зберігати велику кількість байтів, наступна метрична одиниця префікси використовуються для позначення обсягу пам'яті: кіло (к, $1024=2^{10}\approx 10^3$ байт), Мега (М, $1024*1024=2^{20}\approx 10^6$ байт) і Гіга (Г, $1024*1024*1024=2^{30}\approx 10^9$ байт).

Центральні процесори ПЛК мають організацію пам'яті, яка визначає доступне сховище для різних типів інформації. ПЛК певної моделі зазвичай включають діапазон ЦП, які відрізняються за обсягом доступної пам'яті користувача.

Завантажувальна пам'ять - енергонезалежне сховище для програми користувача та пов'язаних даних. Знаходиться на карті пам'яті або в ЦП.

Значна частина даних, які використовує програма користувача, зберігається в блоках даних програми. Однак процесори мають глобальні області пам'яті, які доступні програмі користувача. До них входять вхідні (I) та вихідні (Q) таблиці зображень процесу та бітова пам'ять (M).

ПЛК підключаються до різноманітних пристроїв, деякі з яких використовують змінні значення напруги та струму. Проте внутрішньо ПЛК використовують сигнали, які або вимкнені, або увімкнені. Ці сигнали вимкнення та увімкнення відповідають двійковим значенням 0 і 1. Двійковий 0, також званий логічним 0, можна використовувати для вказівки, що вхід або

вихід вимкнено, а двійковий 1, також званий логічною 1, можна використовувати для вказівки що вхід або вихід увімкнено (рис. 2.1)

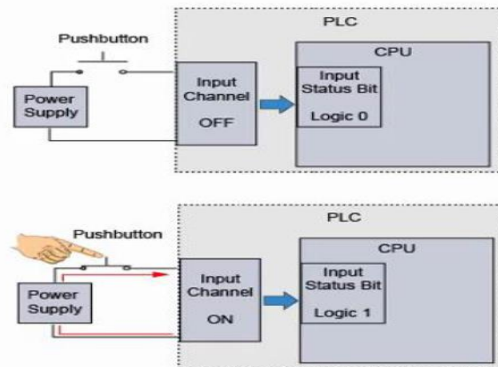


Рисунок 2.1 – Логічні сигнали та їх використання

Послідовні двійкові біти також групуються за довжиною від байта до подвійного слова для представлення різних типів інформації.

Оскільки бітовий рядок може представляти багато речей, йому потрібно призначити тип даних, щоб ПЛК міг правильно інтерпретувати інформацію.

Типи даних PLC (рис. 2.2) різної довжини вказуються для двійкових чисел, цілих чисел, чисел з плаваючою комою, дати та часу, символів, параметрів, системних даних та інших типів даних.

Оскільки кількість типів даних з часом зростає, не всі типи даних доступні для всіх SIMATIC PLCs. На супровідному малюнку показано двійкові, цілі та дійсні типи даних, доступні для деяких із цих ПЛК.

Data Types

Binary Numbers	Short Form	Size	S7-300 & S7-400	S7-1200	S7-1500
Boolean	Bool	1 Bit	x	x	x
Byte	Byte	8 Bits	x	x	x
Word	Word	16 Bits	x	x	x
Double Word	Dword	32 Bits	x	x	x
Long Word	LWord	64 Bits			x
Integers					
Unsigned Short	USInt	8 Bits		x	x
Unsigned	UInt	16 Bits		x	x
Unsigned Double	UDInt	32 Bits		x	x
Unsigned Long	ULInt	64 Bits			x
Signed Short	SInt	8 Bits		x	x
Signed	Int	16 Bits	x	x	x
Signed Double	DInt	32 Bits	x	x	x
Signed Long	LInt	64 Bits			x
Real Numbers					
Real Number	Real	32 Bits	x	x	x
Long Real Number	LReal	64 Bits		x	x

Рисунок 2.2 -Типи даних PLS Siemens

Приклади (рис. 2.3):

1. Для Bool ми використовуємо I0.0 або M0.0 або Q0.0.
2. Для байтів/слов ми використовуємо ID10, або IW10, або IB10, або MD10, або MW10, або MB10.

Data type	Bit size	Number type	Number range	Constant examples	Address examples
Bool	1	Boolean	FALSE or TRUE	TRUE, 1,	I1.0 Q0.1 M50.7 DB1.DBX2.3 Tag_name
		Binary	0 or 1	0, 2#0	
		Octal	8#0 or 8#1	8#1	
		Hexadecimal	16#0 or 16#1	16#1	
Byte	8	Binary	2#0 to 2#11111111	2#00001111	IB2 MB10 DB1.DBB4 Tag_name
		Unsigned integer	0 to 255	15	
		Octal	8#0 to 8#377	8#17	
		Hexadecimal	B#16#0 to B#16#FF	B#16#F, 16#F	
Word	16	Binary	2#0 to 2#1111111111111111	2#1111000011110000	MW10 DB1.DBW2 Tag_name
		Unsigned integer	0 to 65535	61680	
		Octal	8#0 to 8#177777	8#170360	
		Hexadecimal	W#16#0 to W#16#FFFF, 16#0 to 16#FFFF	W#16#F0F0, 16#F0F0	
DWord	32	Binary	2#0 to 2#11111111111111111111111111111111 11111111	2#111100001111111100 001111	MD10 DB1.DBD8 Tag_name
		Unsigned integer	0 to 4294967295	15793935	
		Octal	8#0 to 8#3777777777	8#74177417	
		Hexadecimal	DW#16#0000_0000 to DW#16#FFFF_FFFF, 16#0000_0000 to 16#FFFF_FFFF	DW#16#F0FF0F, 16#F0FF0F	

Source: Siemens

Рисунок 2.3 – Приклади та використання типів даних

Ціле число. Існує багато способів відображення цілого числа, і доступні типи цілих чисел відрізняються залежно від моделі ПЛК. Як показано на супровідному малюнку, для SIMATIC S7-1500 PLCs доступні вісім типів цілих чисел, чотири типи цілих чисел без знаку та чотири типи цілих зі знаком.

Для задоволення вимог різних типів інструкцій у програмі ПЛК доступні як цілі числа без знаку, так і цілі числа зі знаком (рис. 2.4).

Доповнення до двох використовується для зберігання від'ємних значень у ПЛК, оскільки воно спрощує математичні процеси. На супровідному малюнку показано діапазон двійкових чисел та їхніх еквівалентних десяткових значень, які можна зберегти як коротке ціле число зі знаком.

Integer Types Available for S7-1500 PLCs

Integer Type	Abbreviation	Size	Equivalent Decimal Range
Unsigned Short	USInt	8 Bits (1 Byte)	0 to 255
Unsigned	UInt	16 Bits (1 Word)	0 to 65,535
Unsigned Double	UDInt	32 Bits (1 Double Word)	0 to 4,294,967,295
Unsigned Long	ULInt	64 Bits (1 Long Word)	0 to $2^{64} - 1$
Signed Short	SInt	8 Bits (1 Byte)	-128 to +127
Signed	Int	16 Bits (1 Word)	-32,768 to +32,767
Signed Double	DInt	32 Bits (1 Double Word)	-2,147,483,648 to +2,147,483,647
Signed Long	LInt	64 Bits (1 Long Word)	-2^{63} to $+2^{63} - 1$

Рисунок 2.4 – Цілі типи

PLCS працює з дійсними числами, також званими числами з плаваючою комою, які виражаються в науковій нотації. Щоб перетворити число в наукову систему позначення, перемістіть десяткову крапку ліворуч або праворуч, щоб створити мантису, більшу або дорівнює 1, але меншу за 10. Потім часто



помножите мантису на ступінь, щоб компенсувати переміщення десяткової коми. Дійсні числа часто відображаються у вигляді мантиси, за якою йде E, а потім експонента.

У 32-розрядному форматі перший біт представляє знак, пов'язаний з мантисою, а 1 представляє негативний знак. Наступні 8 біт представляють експоненту, яка може бути негативною або позитивною. Решта 23 біти представляють мантису. Існує також 64-розрядний формат.

Типи даних використовуються для визначення як розміру елемента даних, так і способу інтерпретації даних.

Формальний параметр — це ідентифікатор інструкції, який позначає розташування даних, які будуть використані цією інструкцією (приклад: вхід IN1 інструкції ADD).

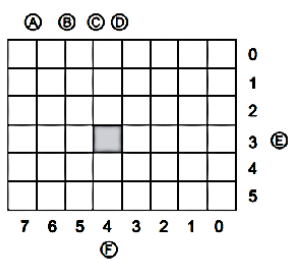
Фактичний параметр — розташування пам'яті (перед яким стоїть символ «%») або константа, що містить дані, які використовуватимуться інструкцією (приклад: %MD400 «Кількість_віджетів»).

Тип даних фактичного параметра, указаний розробником програми, має збігатися з одним із підтримуваних типів даних формального параметра, указанного в інструкції. У загальному вигляді шаблон параметра ABCDEF, де:

- A – Ідентифікатор області пам'яті
- B – Адреса байта: байт 3.
- C – Роздільник ("байт.біт").
- D – Розташування біта байта (біт 4 з 8).
- E – Байти області пам'яті.
- F – Біти вибраного байта.

У прикладі (рис. 2.5) область пам'яті та адреса байта (M = бітова область пам'яті та 3 = байт 3) супроводжуються крапкою («.»), щоб відокремити бітову адресу (біт 4).

%M3.4



- | | | | |
|---|---------------------------------------|---|---------------------------|
| A | Memory area identifier | E | Bytes of the memory area |
| B | Byte address: byte 3 | F | Bits of the selected byte |
| C | Separator ("byte.bit") | | |
| D | Bit location of the byte (bit 4 of 8) | | |

In the example, the memory area and byte address (M = bit memory area, and 3 = Byte 3) are followed by a period (".") to separate the bit address (bit 4).

Data types are used to specify both the size of a data element as well as how the data are to be interpreted.

A formal parameter is the identifier on an instruction that marks the location of data to be used by that instruction (example: the IN1 input of an ADD instruction). An actual parameter is the memory location (preceded by a "%" character) or constant containing the data to be used by the instruction (example %MD400 "Number_of_Widgets"). The data type of the actual parameter specified by you must match one of the supported data types of the formal parameter specified by the instruction.

Рисунок 2.5 – Приклад області пам'яті

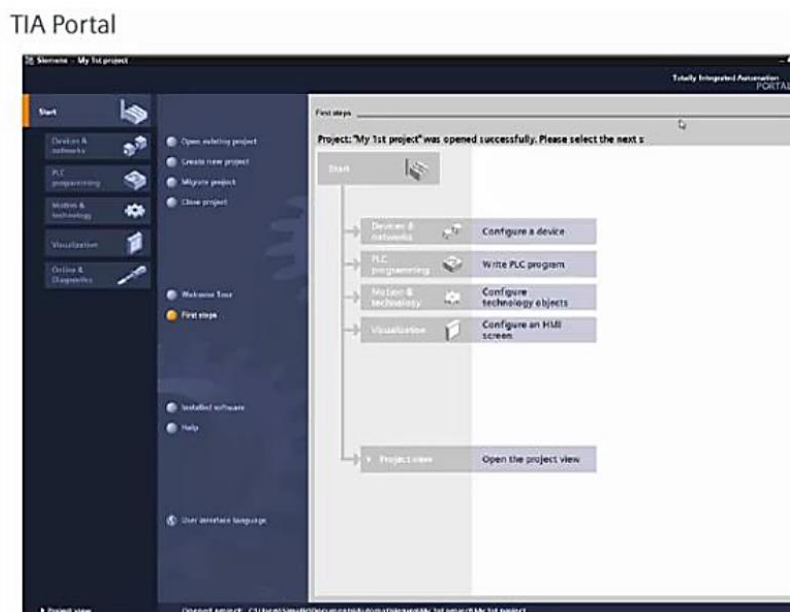
Програмне забезпечення Siemens Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) використовується на всіх етапах проектування, експлуатації та

обслуговування системи автоматизації. TIA Portal поєднує програмні редактори, необхідні для виконання цих різних завдань, в одному інженерному інструменті.

У поданні порталу доступні завдання чітко визначені, наприклад «Створити новий проєкт», «Налаштувати пристрій» або «Написати програму PLC».

Вибір «Налаштувати пристрій» дозволяє користувачеві швидко та легко налаштувати новий пристрій. Типи пристроїв легко знайти в каталозі апаратного забезпечення з можливістю пошуку.

Налаштування можна ще більше спростити за допомогою TIA Portal для виявлення підключених пристроїв. Наприклад, супровідна графіка показує вигляд проєкту TIA Portal після виявлення ПЛК S7-1500.



STEP7 Professional (TIA Portal) використовується для конфігурації та програмування ПЛК S7-300, S7-400, S7-1200 і S7-1500 і пов'язаних пристроїв. Оскільки ПЛК S7-300 і S7-400 були розроблені до впровадження програмного забезпечення TIA Portal, відмова від STEP7 Professional окремо від TIA Portal також доступна для використання з цими ПЛК.

На додаток до мов програмування LAD, FBD і SCL, включених до STEP7 Basic, STEP7 Professional включає:

- Список інструкцій (STL), також відомий як список інструкцій (IL).
- Послідовна функціональна схема (SFC), включена в STEP7 Professional як S7-Graph.

STEP7 Professional також містить програмне забезпечення S7-PLCSIM.

Програма PLC може бути організована як лінійна або модульна програма. Як показано на рисунку, лінійна програма містить усі інструкції в одному блоці та виконує ці інструкції послідовно під час кожного сканування ПЛК.



Модульна програма складається з кількох програмних блоків. Деякі блоки програми виконуються під час кожного сканування ПЛК, а інші блоки програми виконуються за особливих умов.

Як показано на рис. 2.6, програмні блоки також можуть бути вкладеними. Це означає, що один програмний блок може викликати інший програмний блок, який може викликати інший програмний блок. Це забезпечує додаткову гнучкість у програмуванні.

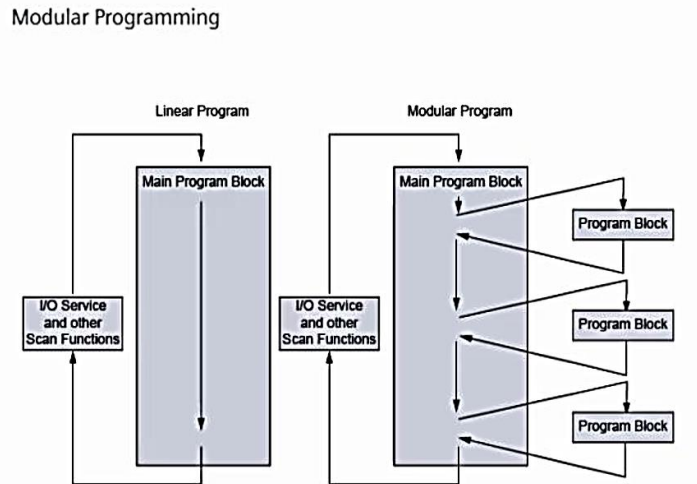


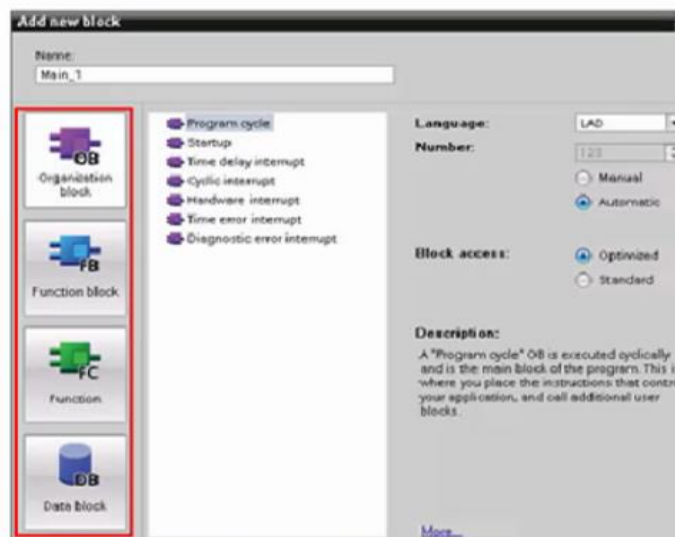
Рисунок 2.6 – Можливі структури програми ПЛК

Програма ПЛК S7 може включати блоки даних (DB) і три типи програмних блоків: Організаційні блоки (OB), Функціональні блоки (FB), Функції (FC)

OB визначають структуру програми. Кожна програма повинна мати принаймні один OB. Якщо він має лише один OB, цей блок ідентифікується як OB1.

FC і FB містять програмний код, який виконує певні завдання. FB використовує екземпляр БД або глобальну БД. FC не може мати екземпляр БД.

Звичайна модульна програма включає в себе один ПЛК, який керує декількома машинами або пристроями з однаковою функціональністю.





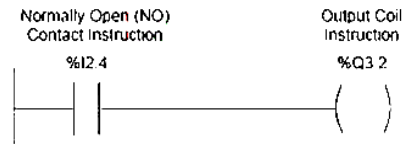
Більшість інструкцій у програмі ПЛК взаємодіють з одним або декількома бітами, байтами або словами в пам'яті центрального процесора. Конкретні використовувані місця пам'яті ідентифікуються операндами.

Цей тип операнду називається абсолютним операндом, і йому передуює символ %, коли відображається на STEP7 (портал TIA).

STEP7 також дозволяє використовувати буквено-цифрові теги як операнди. Тег, якому передуює #, призначається одному програмному блоку. Тег, взятий у лапки, доступний для будь-якого блоку програми.

Одним із способів створення тегу є призначення його інструкції в програмі користувача, а потім перетягування тегу до пов'язаного входу або виходу в поданні пристрою.

Тег також можна створити, ввівши його безпосередньо в таблицю тегів ПЛК, а потім перетягнувши тег на вхід або вихід.



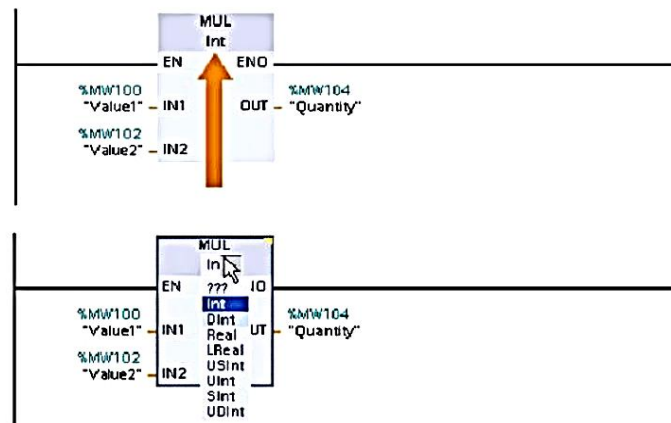
Щоб визначити, як інструкція в програмі PLC інтерпретує біти в місцях, визначених операндами інструкції, необхідно знати тип даних, який інструкція призначає цим бітам.

Існує багато типів даних, і вони часто представлені скороченими назвами.

Типи даних PLC різної довжини вказуються для двійкових чисел, цілих чисел, чисел з плаваючою комою, дати та часу, символів, параметрів, системних даних та інших типів даних. Оскільки кількість типів даних з часом зросла, не всі типи даних доступні для всіх ПЛК Siemens.

У супровідній таблиці показано типи даних двійкових, цілих і дійсних чисел, доступних для деяких модульних ПЛК Siemens. Додаткову інформацію про ці та інші типи даних можна знайти в документації до кожної моделі ПЛК.

Data Types

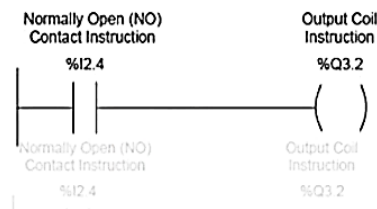




Одним із способів використання двійкових бітів у ПЛК є представлення стану увімкнення та вимкнення входів і виходів. У ЦП ПЛК S7 є частина пам'яті, яка називається образом процесу. Зображення процесу має біт, призначений кожному можливому входу та виходу.

Вхідні (I) і вихідні (Q) біти в образі процесу разом із типом пам'яті, що називається бітовою пам'яттю (M), спільно називаються глобальною пам'яттю. Інструкції, які виконують логічні операції з використанням однорозрядних ділянок пам'яті, називаються бітовими логічними інструкціями.

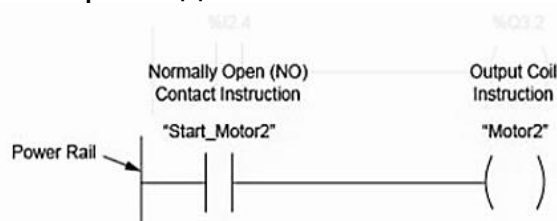
Оскільки мова програмування LAD містить багато інструкцій, STEP7 групує інструкції за категоріями. Як показано на супровідному малюнку, існує кілька основних і розширених категорій інструкцій. Нижче наведено приклади деяких інструкцій у категорії бітової логіки.



Незважаючи на те, що мережа в програмі LAD є системою комп'ютерних інструкцій, кажуть, що кожна мережа контролює потік електроенергії від шини живлення. У термінології програмування це дослідження логічних умов називається вирішенням логіки, а рішення конфігурації інструкцій називається результатом логічної операції (RLO).

Для верхньої мережі інструкція нормально розімкнутого контакту Start Motor2 працює паралельно з інструкцією нормально розімкнутого контакту Motor2, і живлення має проходити через одну або обидві ці контактні інструкції, щоб дістатися до інструкції нормально розімкнутого контакту Stop_Motor2. Потім інструкція нормально відкритого контракту Stop Motor2 повинна дозволити потік потужності, щоб увімкнути інструкцію вихідної котушки Motor2.

Хоча нижня мережа на супровідному малюнку має різні підключення, логічне рішення для обох мереж однакове.



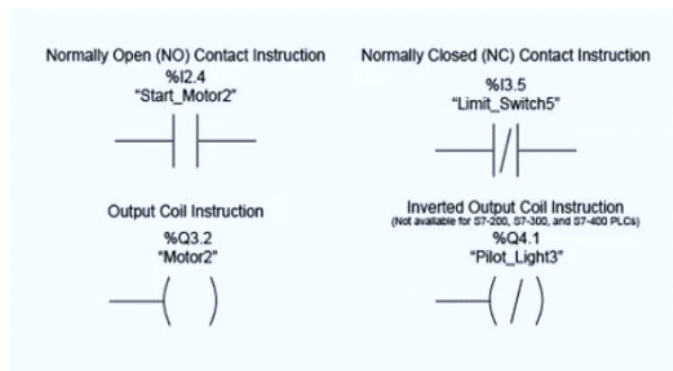
На супровідному малюнку показано чотири інструкції LAD. Не плутайте ці інструкції з електричними пристроями. Це інструкції, які відповідають простим правилам.



Оскільки ця мережа включає два послідовних контакти, обидва контакти повинні бути замкнуті, щоб передавати живлення до команди вихідної котушки. Щоб це сталося, 12.4 має бути 1, а 13.5 має бути 0. Якщо ця умова існує, Q3.2 дорівнює 1. В іншому випадку Q3.2 дорівнює 0.

Далі розглянемо таблицю істинності для нижньої мережі на супровідному малюнку. Останньою інструкцією в цій мережі є інвертована інструкція вихідної котушки.

Інструкція інвертованої вихідної котушки отримала свою назву через те, що вона вмикається, коли RLO для інструкції дорівнює 0, що є інвертованим результатом інструкції вихідної котушки. У цьому прикладі Q4.1 увімкнено, за винятком випадків, коли 12.4 дорівнює 1, а 13.5 дорівнює 0.



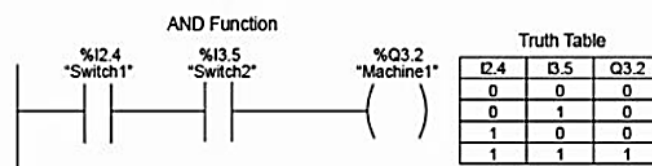
Програми LAD включають конфігурації інструкцій, які представляють логічні умови, отримані з булевої логіки, яка використовується для проектування комп'ютерних схем. Деякі з найпоширеніших функцій булевої логіки – це функції І, АБО та виключне АБО (XOR).

Коли інструкції нормально відкритого контакту розміщуються послідовно, що веде до інструкції вихідної котушки, формується функція І.

Коли інструкції нормально відкритого контакту розміщуються паралельно, що веде до інструкції вихідної котушки, формується функція АБО.

Функція XOR формується за допомогою інструкцій нормально відкритого та нормально замкнутого контакту, що веде до команди вихідної котушки.

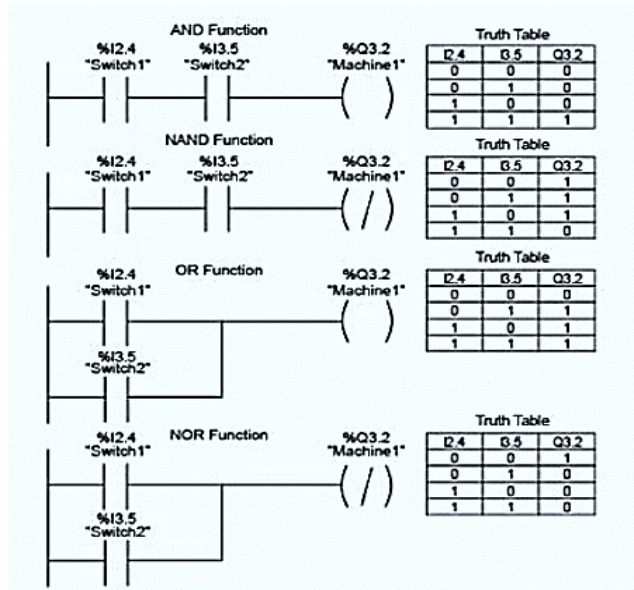
AND, OR, and Exclusive OR (XOR) instructions



Інструкція інвертованої вихідної котушки є одним із прикладів інверсії, яка означає зміну 1 на 0 або 0 на 1, і іноді називається запереченням.

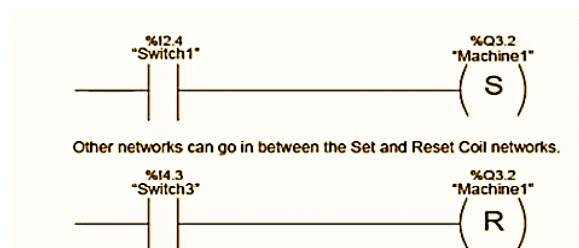
Описані раніше функції І та АБО показані разом із аналогічною логікою, яка використовує інвертовану інструкцію вихідної котушки. Зауважте, що таблиці істинності для цих функцій показують результуючі стани для Q3.2, інвертовані порівняно з таблицями істинності для функцій І та АБО.

Контактна інструкція NOT, показана на супровідному малюнку, є ще одним прикладом логічного інвертора. Якщо немає потоку живлення до контактної інструкції НЕ, буде потік потужності після контактної інструкції НЕ і навпаки. Оскільки інверсія відбувається щоразу, коли сканується мережа, інструкція NOT contact не має операнду.



Існує безліч інструкцій LAD для встановлення та скидання бітів. Коли є потік потужності до інструкції котушки скидання, біт, визначений операндом інструкції, встановлюється на 1. Коли є потік потужності до інструкції котушки скидання, біт, визначений операндом інструкції, скидається на 0.

Для тригера скидання налаштувань, коли є потік потужності на вхід набору (S), вихід (Q) і біт пам'яті, визначений операндом у верхній частині інструкції, обидва встановлюються на 1. Вони залишаються 1, навіть якщо на встановленому вході немає потоку потужності, поки не буде потоку потужності на вході скидання (R). Для тригера встановленого скидання вхід скидання є домінуючим.

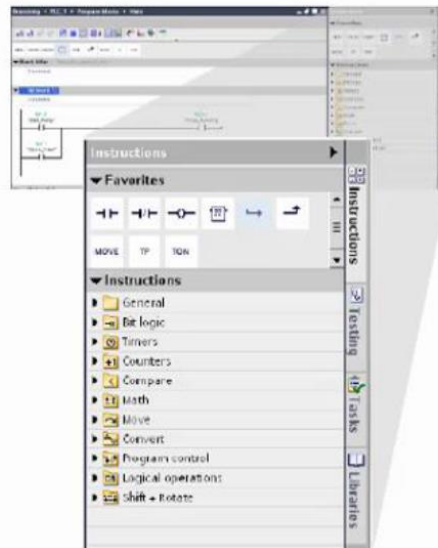


Показані інструкції є лише кількома з багатьох типів інструкцій, які можна включити в програму Siemens PLC LAD. Програма LAD може містити різноманітні базові та розширені інструкції.

Основні інструкції згруповані в такі категорії: інструкції бітової логіки, таймери, лічильники, інструкції порівняння, математичні інструкції, інструкції переміщення, інструкції перетворення, інструкції програмного керування, інструкції словесної логіки, інструкції зсуву та повороту.

Розширені інструкції згруповані в такі категорії: годинник і календар, рядок і символ, керування програмою, зв'язок, переривання, PID, керування рухом і імпульс.

Additional Ladder Diagram instructions



Операції з таймером. S7-1200/1500 підтримує такі таймери:

- Таймер TP генерує імпульс із заданим часом ширини.
- Таймер TON встановлює вихід (Q) на ON після заданої затримки часу.
- Таймер TOF встановлює вихід (Q) на ON, а потім скидає вихід на OFF після попередньо встановленої затримки часу.
- Таймер TONR встановлює вихід (Q) на ON після попередньо встановленої затримки часу. Час, що минув, накопичується протягом кількох періодів часу, доки для скидання часу, що минув, не буде використано вхід скидання (R).

Для LAD і FBD ці інструкції доступні як коробкова інструкція або вихідна котушка.

Кількість таймерів, які можна використовувати у своїй програмі користувача, обмежена лише об'ємом пам'яті ЦП. Кожен таймер використовує 16 байт пам'яті та використовує структуру, збережену в блоці даних, для підтримки даних таймера. Для SCL необхідно спочатку створити базу даних для окремої інструкції таймера, перш ніж мати можливість посилатися на неї. Для LAD і FBD STEP7 автоматично створює базу даних, коли вставляється інструкція.

Коли створюють БД, також можна використовувати багатоекземплярну БД. Оскільки дані таймера містяться в одній БД і не потребують окремої БД для кожного таймера, час обробки для обробки таймерів скорочується.

Немає взаємодії між структурами даних таймера в спільній багатоекземплярній БД.

LAD / FBD	SCL	Timing diagram
<p>IEC_Timer_0 TP Time IN Q PT ET PRESET_Tag</p>	<pre>"timer_db".TP(IN:=_bool_in_, PT:=_time_in_, Q=>_bool_out_, ET=>_time_out_);</pre>	<p>Timing diagram showing IN, ET, PT, and Q signals. IN is a pulse. ET is a ramp starting at PT. Q is a pulse starting at PT and ending at ET.</p>

Table 6- 10 TON (ON-delay timer)

LAD / FBD	SCL	Timing diagram
<p>IEC_Timer_1 TON Time IN Q PT ET PRESET_Tag</p>	<pre>"timer_db".TON(IN:=_bool_in_, PT:=_time_in_, Q=>_bool_out_, ET=>_time_out_);</pre>	<p>Timing diagram showing IN, ET, PT, and Q signals. IN is a pulse. ET is a ramp starting at PT. Q is a pulse starting at PT and ending at ET.</p>

Table 6- 11 TOF (OFF-delay timer)

LAD / FBD	SCL	Timing diagram
<p>IEC_Timer_2 TOF Time IN Q PT ET PRESET_Tag</p>	<pre>"timer_db".TOF(IN:=_bool_in_, PT:=_time_in_, Q=>_bool_out_, ET=>_time_out_);</pre>	<p>Timing diagram showing IN, ET, PT, and Q signals. IN is a pulse. ET is a ramp starting at PT. Q is a pulse starting at PT and ending at ET.</p>

Table 6- 12 TONR (ON-delay Retentive timer)

LAD / FBD	SCL	Timing diagram
<p>IEC_Timer_3 TONR Time IN R Q PT ET PRESET_Tag</p>	<pre>"timer_db".TONR(IN:=_bool_in_, R:=_bool_in_, PT:=_time_in_, Q=>_bool_out_, ET=>_time_out_);</pre>	<p>Timing diagram showing IN, ET, PT, Q, and R signals. IN is a pulse. ET is a ramp starting at PT. Q is a pulse starting at PT and ending at ET. R is a pulse starting at PT and ending at ET.</p>

Лічильники

Можна використовувати інструкції лічильника для підрахунку подій внутрішньої програми та подій зовнішнього процесу.

- Лічильник підрахунку (CTU) підраховує на 1, коли значення вхідного параметра CU змінюється з 0 на 1.



• Лічильник зворотного відліку (CTD) відраховує на 1, коли значення вхідного параметра CD змінюється з 0 на 1.

Лічильник "підрахунку вгору та вниз" (CTUD) здійснює відлік угору або вниз на 1 при переході від 0 до 1 на входах підрахунку вгору (CU) або зворотного відліку (CD).

Інструкції CU, CD та CTUD використовують програмні лічильники, максимальна швидкість підрахунку яких обмежена швидкістю виконання OB, у якому вони розміщені.

Якщо події, які потрібно підрахувати, відбуваються в межах швидкості виконання OB, використовуйте інструкції лічильника CTU, CTD або CTUD. Якщо події відбуваються швидше, ніж швидкість виконання OB, використовуйте HSC.

Кожен лічильник використовує структуру, збережену в блоці даних, для підтримки даних лічильника. Для SCL необхідно спочатку створити базу даних для окремої інструкції лічильника, перш ніж мати змогу посилатися на неї. Для LAD і FBD STEP7 автоматично створює базу даних, коли вставляється інструкція.

Table 6- 17 CTU (count up) counter

LAD / FBD	SCL	Operation
<p>"Counter name"</p>	<pre>"ctu_db".CTU(CU:=_bool_in, R:=_bool_in, PV:=_in_, Q=>_bool_out, CV=>_out_);</pre>	

The timing diagram shows the operation of a CTU counter with an unsigned integer count value (where PV = 3).

- If the value of parameter CV (current count value) is greater than or equal to the value of parameter PV (preset count value), then the counter output parameter Q = 1.
- If the value of the reset parameter R changes from 0 to 1, then CV is reset to 0.

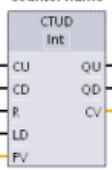
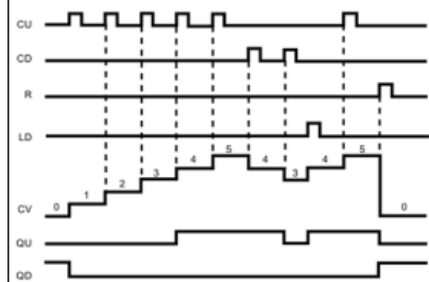
Table 6- 18 CTD (count down) counter

LAD / FBD	SCL	Operation
<p>"Counter name"</p>	<pre>"ctd_db".CTD(CD:=_bool_in, LD:=_bool_in, PV:=_in_, Q=>_bool_out, CV=>_out_);</pre>	

The timing diagram shows the operation of a CTD counter with an unsigned integer count value (where PV = 3).

- If the value of parameter CV (current count value) is equal to or less than 0, the counter output parameter Q = 1.
- If the value of parameter LD changes from 0 to 1, the value at parameter PV (preset value) is loaded to the counter as the new CV.

Table 6- 19 CTUD (count up and down) counter

LAD / FBD	SCL	Operation
<p>"Counter name"</p> 	<pre>"ctud_db".CTUD (CU:=_bool_in, CD:=_bool_in, R:=_bool_in, LD:=_bool_in, PV:=_in_, QU=>_bool_out, QD=>_bool_out, CV=>_out_);</pre>	

The timing diagram shows the operation of a CTUD counter with an unsigned integer count value (where PV = 4).

- If the value of parameter CV (current count value) is equal to or greater than the value of parameter PV (preset value), then the counter output parameter QU = 1.
- If the value of parameter CV is less than or equal to zero, then the counter output parameter QD = 1.
- If the value of parameter LD changes from 0 to 1, then the value at parameter PV is loaded to the counter as the new CV.
- If the value of the reset parameter R changes from 0 to 1, CV is reset to 0.

На часовій діаграмі показано роботу лічильника CTUD із цілим числом без знаку (де PV = 4).

Якщо значення параметра CV (поточне значення підрахунку) дорівнює або перевищує значення параметра PV (попередньо встановлене значення), тоді вихідний параметр лічильника QU = 1.

Якщо значення параметра CV менше або дорівнює нулю, то вихідний параметр лічильника QD = 1.

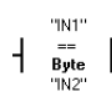

Якщо значення параметра LD змінюється з 0 на 1, тоді значення параметра PV завантажувється в лічильник як новий CV.

Якщо значення параметра скидання R змінюється з 0 на 1, CV скидається на 0.

6.1.2 Comparator and more instructions

The Comparator operations perform a comparison of two values with the same data type.

Table 6- 1 Comparator operations

Instruction	SCL	Description
<p>LAD:</p>  <p>FBD:</p> 	<pre>out := in1 = in2; out := in1 <> in2; out := in1 >= in2; out := in1 <= in2; out := in1 > in2; out := in1 < in2;</pre>	<ul style="list-style-type: none"> • Equal (==):The comparison is true if IN1 is equal to IN2 • Not equal (<>):The comparison is true if IN1 is not equal to IN2 • Greater or equal (>=):The comparison is true if IN1 is greater than or equal to IN2 • Less or equal (<=):The comparison is true if IN1 is less than or equal to IN2 • Greater than (>):The comparison is true if IN1 is greater than IN2 • Less than (<):The comparison is true if IN1 is less than IN2

¹ For LAD and FBD: The contact is activated (LAD) or the box output is TRUE (FBD) if the comparison is TRUE,

For additional Comparator operations, refer to the *S7-1200 Programmable Controller System Manual*.

The Move operations copy data elements to a new memory address and can convert from one data type to another. The source data is not changed by the move process.


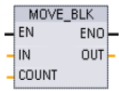
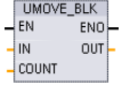
- MOVE copies a data element stored at a specified address to a new address. To add another output, click the icon next to the OUT1 parameter.
- MOVE_BLK (interruptible move) and UMOVE_BLK (uninterruptible move) copy a block of data elements to a new address. The MOVE_BLK and UMOVE_BLK instructions have an additional COUNT parameter. The COUNT specifies how many data elements are copied. The number of bytes per element copied depends on the data type assigned to the IN and OUT parameter tag names in the PLC tag table.

Операції переміщення копіюють елементи даних на нову адресу пам'яті та можуть конвертувати з одного типу даних в інший. Вихідні дані не змінюються під час процесу переміщення.

• MOVE копіює елемент даних, що зберігається за вказаною адресою, на нову адресу. Щоб додати інший вихід, клацніть піктограму поруч із параметром OUT1.

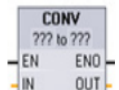
• MOVE_BLK (переривчасте переміщення) і UMOVE_BLK (безперервне переміщення) копіюють блок елементів даних на нову адресу. Інструкції MOVE_BLK і UMOVE_BLK мають додатковий параметр COUNT. COUNT визначає, скільки елементів даних копіюється. Кількість байтів на скопійований елемент залежить від типу даних, призначеного іменам тегів параметрів IN і OUT у таблиці тегів ПЛК.

Table 6-2 MOVE, MOVE_BLK and UMOVE_BLK instructions

LAD / FBD	SCL	Description
	<pre>out1 := in;</pre>	Copies a data element stored at a specified address to a new address or multiple addresses. To add another output in LAD or FBD, click the icon by the output parameter. For SCL, use multiple assignment statements. You might also use one of the loop constructions.
	<pre>MOVE_BLK(in:=_variant_in, count:=_uint_in, out=>_variant_out);</pre>	Interruptible move that copies a block of data elements to a new address.
	<pre>UMOVE_BLK(in:=_variant_in, count:=_uint_in, out=>_variant_out);</pre>	Uninterruptible move that copies a block of data elements to a new address.

For additional Move operations, refer to the *S7-1200 System Manual*.

Table 6-3 Conversion operations

LAD / FBD	SCL	Description
	<pre>out := <data type in>_TO_<data type out>(in);</pre>	Converts a data element from one data type to another data type.

¹ For LAD and FBD: Click below the box name and select the data types from the drop-down menu. After you select the (convert from) data type, a list of possible conversions is shown in the (convert to) dropdown list.

² For SCL: Construct the conversion instruction by identifying the data type for the input parameter (in) and output parameter (out). For example, DWORD_TO_REAL converts a DWord value to a Real value.

Table 6- 4 Round and Truncate instructions

LAD / FBD	SCL	Description
	<pre>out := ROUND (in);</pre>	<p>Converts a real number (Real or LReal) to an integer. The instruction rounds the real number to the nearest integer value (IEEE - round to nearest). If the number is exactly one-half the span between two integers (for example, 10.5), then the instruction rounds the number to the even integer. For example:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ROUND (10.5) = 10 • ROUND (11.5) = 12 <p>For LAD/FBD, you click the "???" in the instruction box to select the data type for the output, for example, "DInt". For SCL, the default output data type is DINT. To round to another output data type, enter the instruction name with the explicit name of the data type, for example, ROUND_REAL or ROUND_LREAL.</p>
	<pre>out := TRUNC (in);</pre>	<p>Converts a real number (Real or LReal) to an integer. The fractional part of the real number is truncated to zero (IEEE - round to zero).</p>

Table 6- 5 Ceiling (CEIL) and Floor instructions

LAD / FBD	SCL	Description
	<pre>out := CEIL(in);</pre>	<p>Converts a real number (Real or LReal) to the closest integer greater than or equal to the selected real number (IEEE "round to +infinity").</p>
	<pre>out := FLOOR(in);</pre>	<p>Converts a real number (Real or LReal) to the closest integer smaller than or equal to the selected real number (IEEE "round to -infinity").</p>

LAD/FBD	SCL	Опис
	<pre>out := SCALE_X(min:=_in_, value:=_in_, max:=_in_);</pre>	<p>Масштабує нормалізований дійсний параметр VALUE, де (0,0 <= VALUE <= 1,0) у типі даних і діапазоні значень, визначених параметрами MIN і MAX: ВИХІД = ЗНАЧЕННЯ (МАКС. - МІН.) + МІН</p>
	<pre>out := NORM_X(min:=_in_, value:=_in_, max:=_in_);</pre>	<p>Нормалізує параметр VALUE в межах діапазону значень, визначеного параметрами MIN і MAX: OUT = (VALUE - MIN) / (MAX - MIN), де (0,0 <= OUT <= 1,0)</p>

ПІД-регулятор

STEP7 надає такі блоки PID для ЦП S7-1200:

Блок PID Compact використовується для керування технічними процесами з безперервними вхідними та вихідними змінними.

Блок PID_3Step використовується для керування пристроями, що приводяться в дію двигуном, наприклад клапанами, які вимагають дискретних сигналів для відкриття та закриття.

Блок PID_Temp забезпечує універсальний ПІД-регулятор, який дозволяє керувати температурою з урахуванням специфічних вимог до контролю температури.



Примітка: Зміни, які вносяться в конфігурацію PID і завантажуються в RUN, не набувають чинності, доки ЦП не перейде з режиму STOP в режим RUN. Зміни, які вносяться в діалоговому вікні «PID parameters» за допомогою «Start value control», набувають чинності негайно.

Усі три Блока PID (PID_Compact, PID_3Step і PID_Temp) можуть обчислювати P-, I- та D-компоненти під час запуску (якщо налаштовано для «попереднього налаштування»). Також можна налаштувати інструкцію для «тонкого налаштування», щоб оптимізувати параметри. Вручну визначати параметри не потрібно.

Примітки:

1. Необхідно виконувати інструкцію PID через постійні інтервали часу вибірки (бажано в циклічному ОВ).

2. Оскільки ПІД-регулятору потрібен певний час, щоб відреагувати на зміни контрольного значення, не обчислюйте вихідне значення в кожному циклі.

3. Не виконуйте інструкцію PID в ОВ головного програмного циклу (наприклад, ОВ 1).

Час вибірки алгоритму PID являє собою час між двома обчисленнями вихідного значення (контрольного значення). Вихідне значення обчислюється під час самонастроювання та округлюється до кратного часу циклу. Усі інші функції інструкції PID виконуються при кожному виклику.

Контролер PID (пропорційний/інтегральний/похідний) вимірює інтервал часу між двома викликами, а потім оцінює результати для моніторингу часу вибірки. Середнє значення часу вибірки генерується при кожній зміні режиму та під час початкового запуску. Це значення використовується як посилання для функції моніторингу та використовується для розрахунку. Моніторинг включає поточний час вимірювання між двома викликами та середнє значення визначеного часу вибірки контролера.

Вихідне значення ПІД-регулятора складається з трьох компонентів:

- P (пропорційний): при обчисленні за допомогою компонента "P" вихідне значення пропорційне різниці між заданим значенням і значенням процесу (вхідне значення).

- I (інтеграл): при обчисленні за допомогою компонента "I" вихідне значення збільшується пропорційно тривалості різниці між заданим значенням і значенням процесу (вхідне значення), щоб остаточно виправити різницю.

- D (похідна): при обчисленні за допомогою компонента "D" вихідне значення збільшується як функція зростаючої швидкості зміни різниці між заданим значенням і значенням процесу (вхідне значення). Вихідне значення коригується до заданого значення якомога швидше.

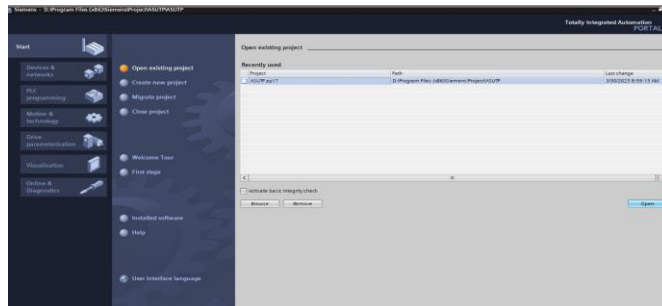
ПІД-контролер використовує наступну формулу для обчислення вихідного значення для інструкції PID_Compact.

Вставка інструкції PID і технологічного об'єкта.

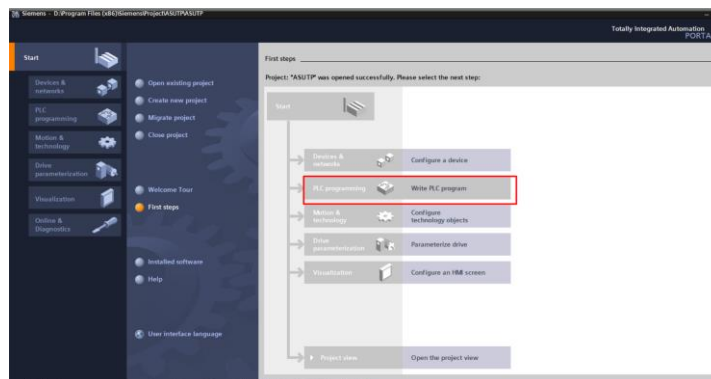
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА (ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ)

Хід роботи

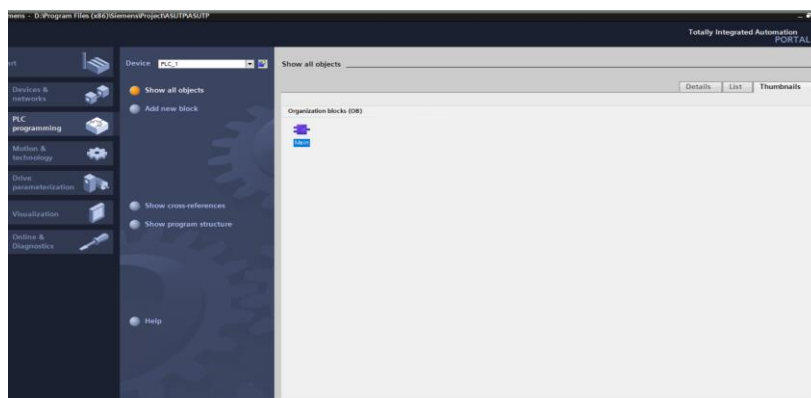
Завантажуємо проєкт з попередньої лабораторної роботи:



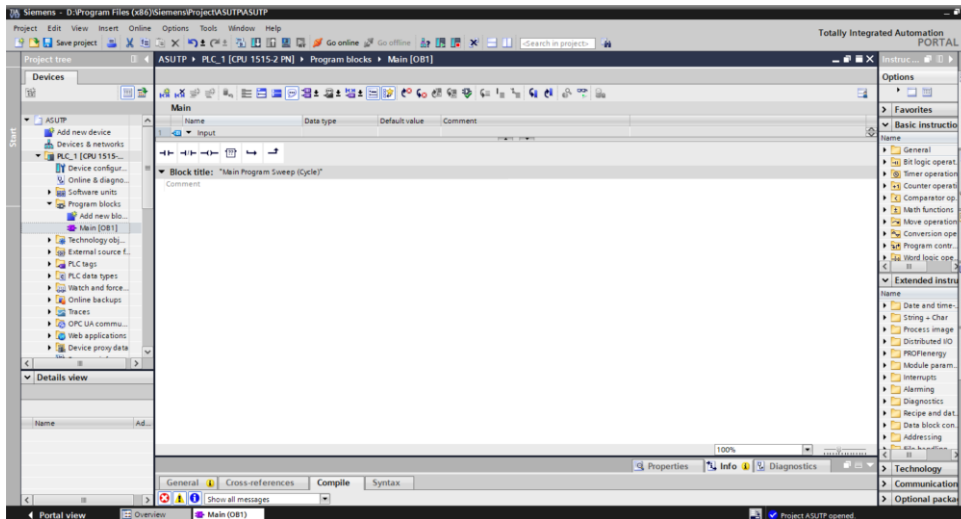
Натискаємо «Написати ПЛК програму»:



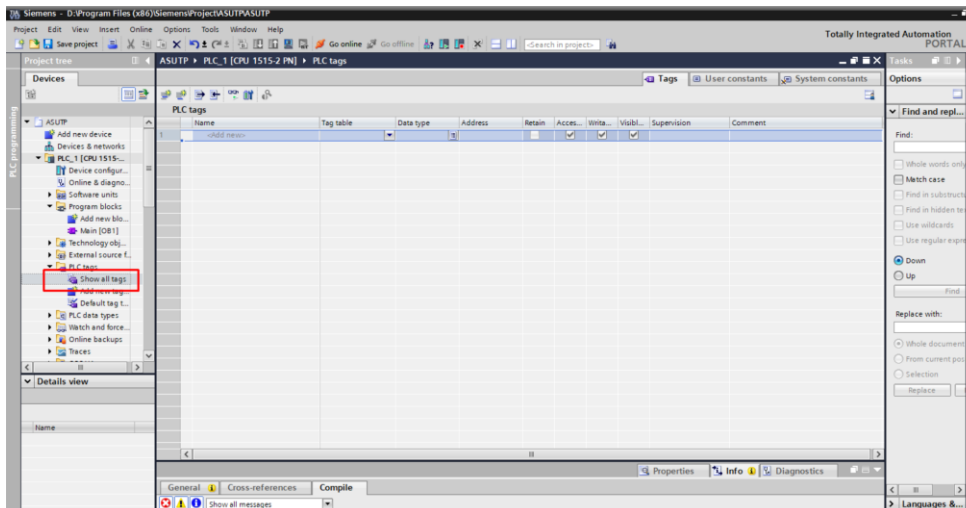
Відкриваємо блок Main:



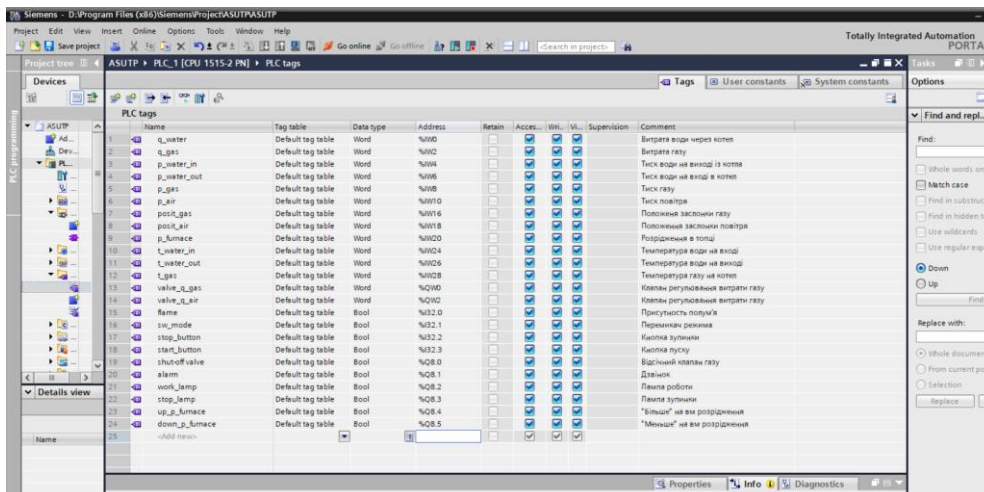
Потрапляємо в інтерфейс програмування:



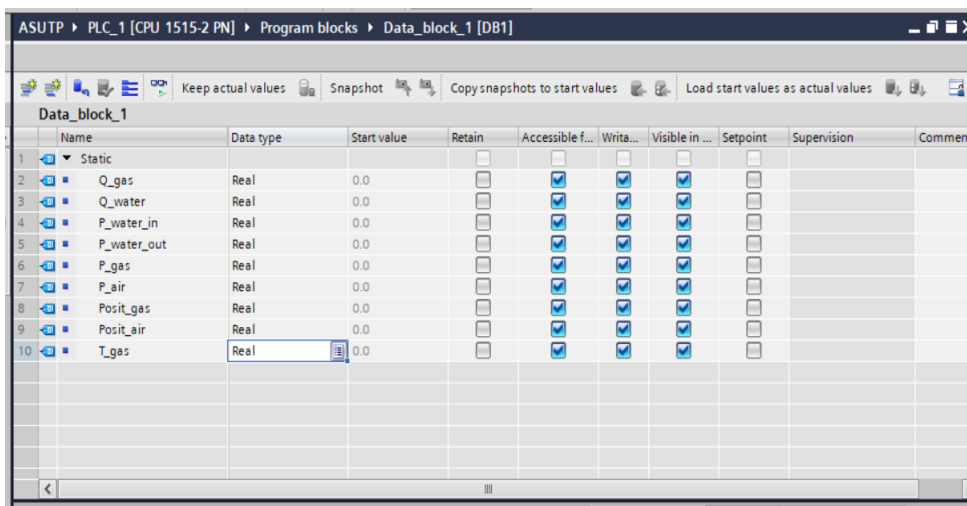
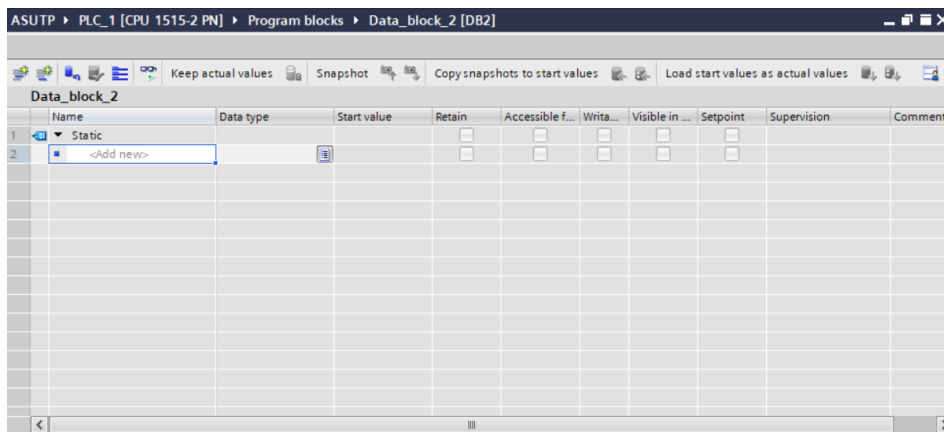
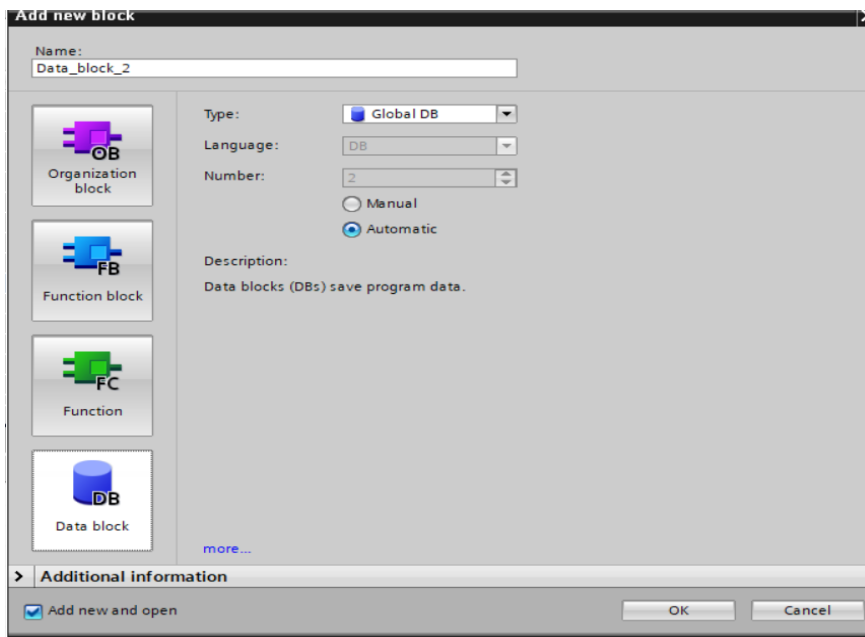
Для початку надамо назви вхідним тегам, для того щоб було легше потім обробляти:



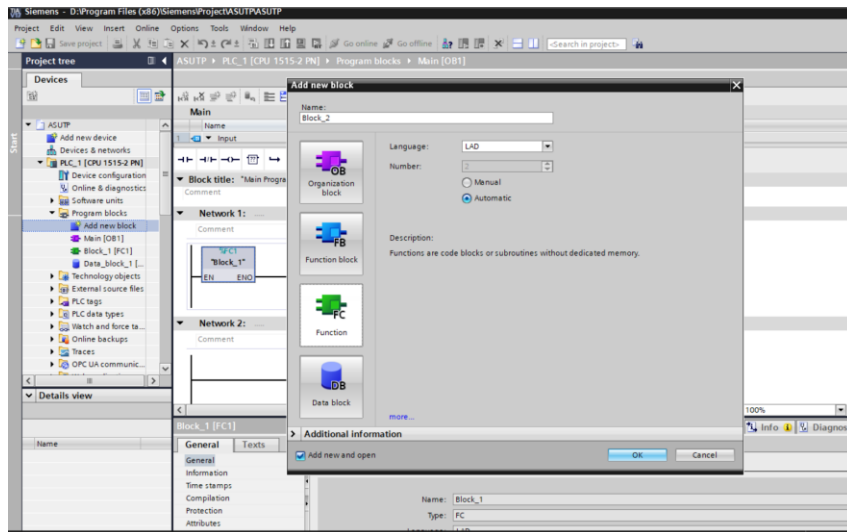
Перепишемо адреси з таблиці, ставим відповідні типи даних. назви тегам потрібно давати зрозуміли вам і наступним програмістам.



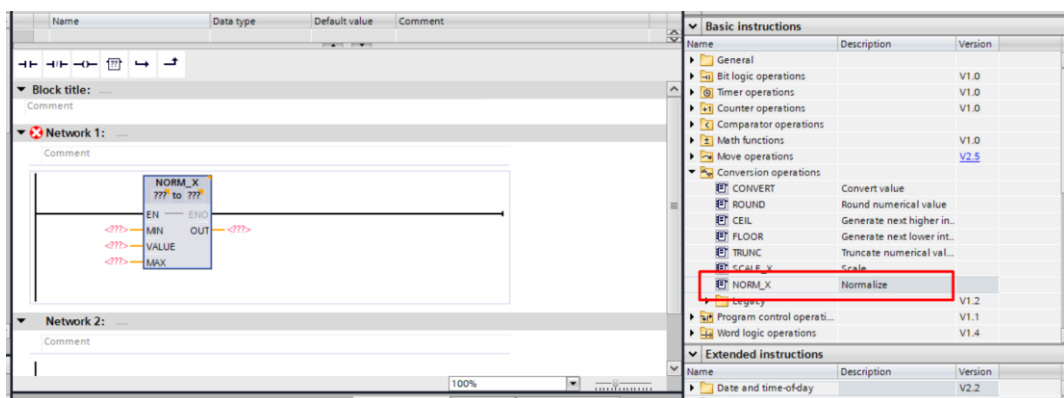
Далі створимо DB для оброблених даних.



1. Обробка аналогових сигналів
Створимо функціональний блок для оброблення вхідних даних.

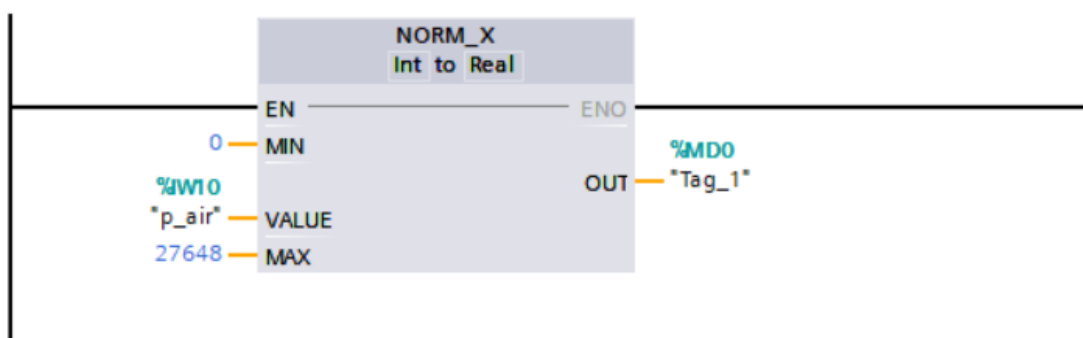


В першому блоці FB створимо обробку вхідних сигналів на аналоговий модуль за допомогою двох блоків - Norm_X і Scale_X.
Блок Norm_X приводить число з АЦП до відносного значення 0..1.

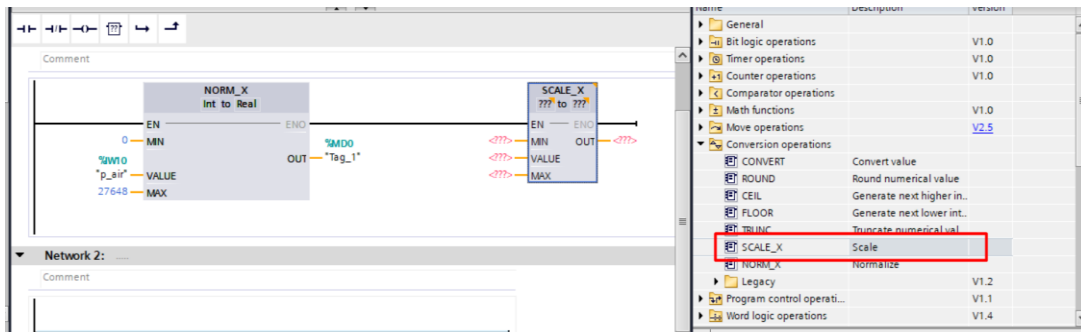


Для його налаштування треба виконати наступні кроки:

- встановити тип даних, з АЦП приходять тип Int, а на виході отримуємо Real;
- встановити значення Min і Max перетворювання АЦП (можна подивитися в інструкції до модуля, однак для 4-20МА зазвичай це відповідає від 0 до 27648);
- встановити адресу вхідного каналу;
- встановити проміжну частину пам'яті на виході (наприклад, MD0).



Блок Scale _X приводить відносне значення 0..1 до необхідного нам діапазону.



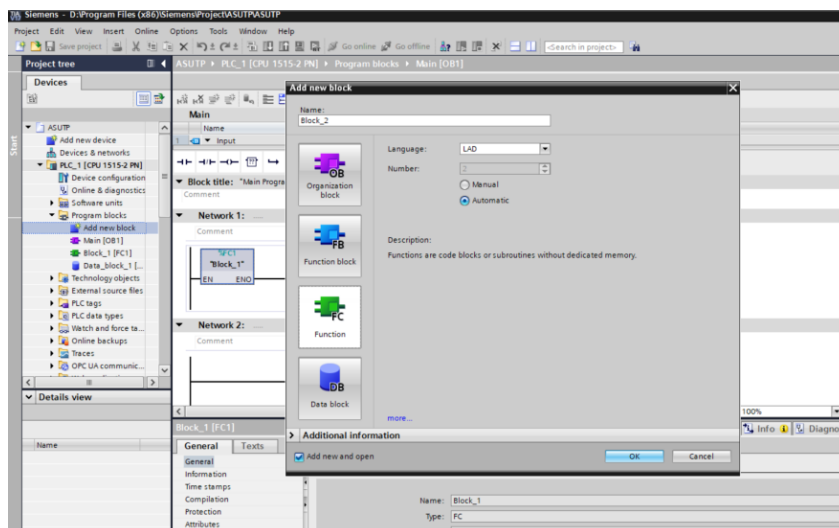
Для його налаштування треба виконати наступні кроки:

- встановити тип даних, на вході і на виході отримуємо Real;
- встановити значення Min і Max діапазону згідно з технологічною інструкцією;
- встановити проміжну частину пам'яті на вхід;
- встановити зазначену комірку DB в виході.

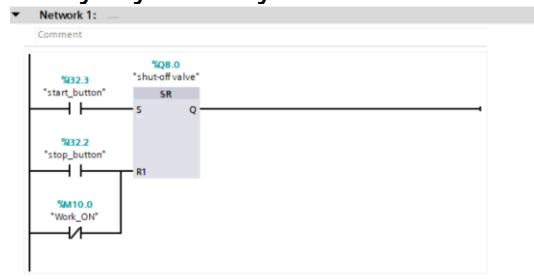


Робимо так для всіх аналогових входів.

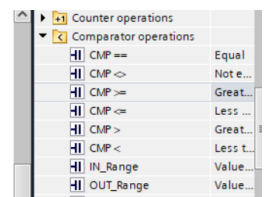
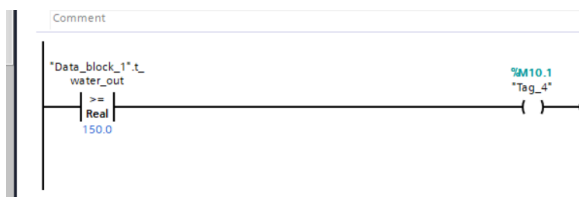
Створимо наступний блок FB для сигналізації. Відповідно до технологічної інструкції, обираємо алгоритм, наприклад: температура води на виході з котла не більше ніж 150 °C; присутність пальника; тиск води на виході з котла не більше ніж 13 кгс/см²; г) тиск газу перед котлом не менше ніж 0,12 кгс/см²; тиск газу перед котлом не більше ніж 0,4 кгс/см².



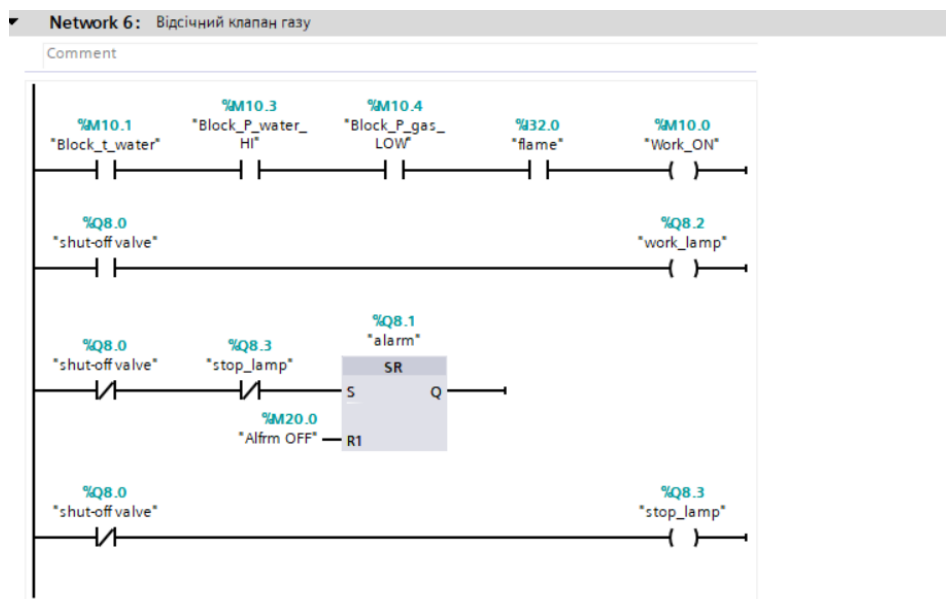
Використовуючи компоненти BIT logic і порівняння, створимо алгоритм:
 1) Обробка кнопок пуску і стопу.



2) Обробка порівнювальних параметрів



Так треба зробити для кожного параметра.
 Далі сформуємо сигнал на відключення і лампи.

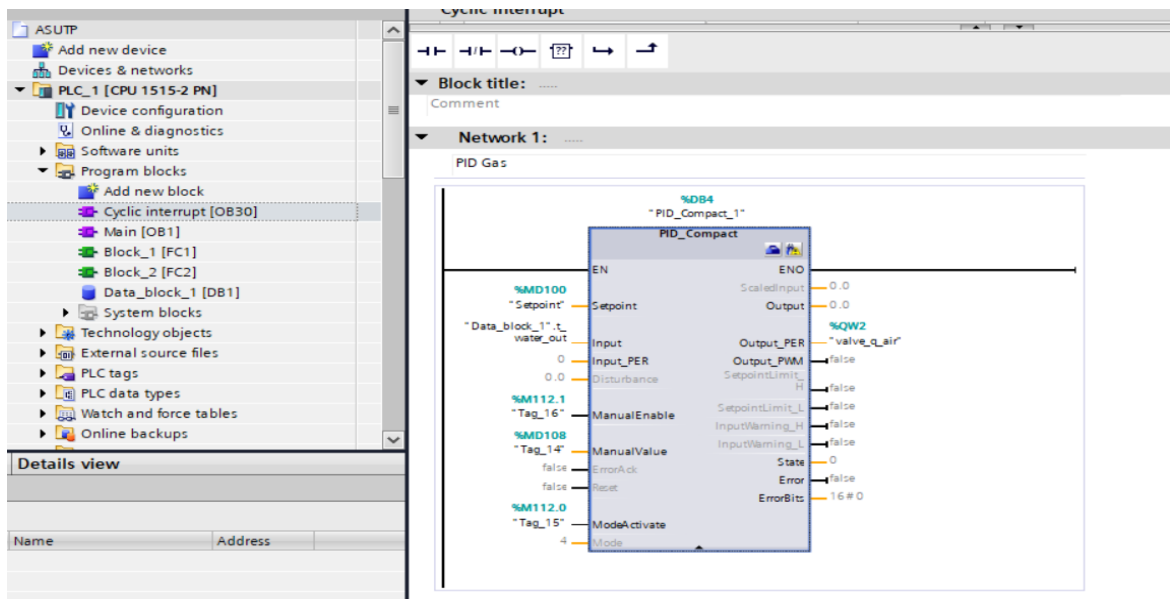


3) Налаштування PID

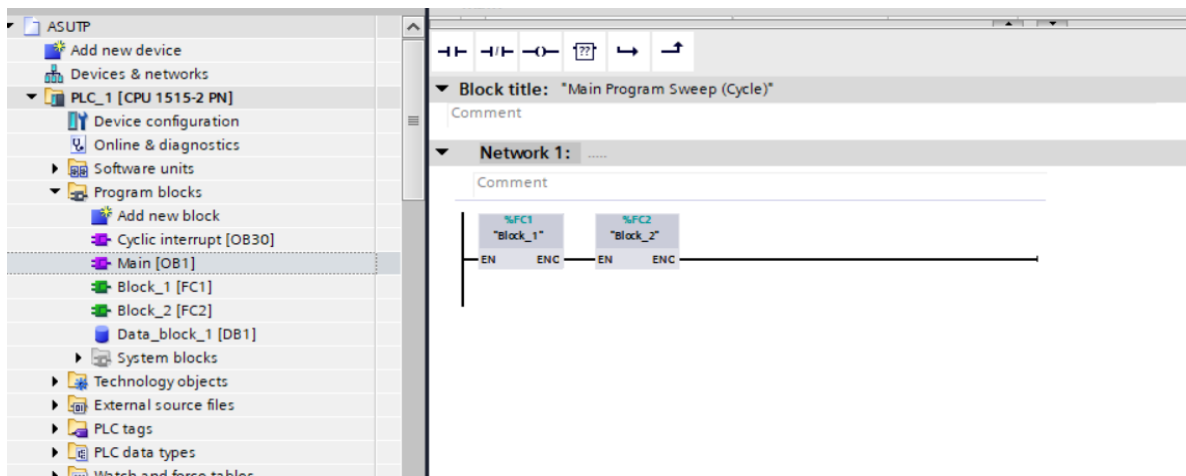
Додаємо блок OB-30 і в ньому додаємо необхідні PID регулятори
 Доступні три варіанти:

- Блок PID Contrast використовується для керування технічними процесами з безперервними вхідними та вихідними змінними.
- Блок PID_3Step використовується для керування пристроями, що приводяться в дію двигуном, наприклад клапанами, які вимагають дискретних сигналів для відкриття та закриття.

Блок PID_Temp забезпечує універсальний ПІД-регулятор, який дозволяє керувати температурою зі специфічними вимогами до її контролю.



Опис вхідних і вихідних параметрів зазначені в теоретичній частині. Додаємо блоки FB в головний блок OB.




Після створення програми для тестування треба завантажити в симулятор. Для змінювання вхідних даних «I» необхідно користуватись Fors таблицю.

Додаткові відомості можна отримати в наступних джерелах

- 1) Відомості про програмування: [s71200 easy book en-US.pdf](#)
- 2) Відомості про модулі: [s71500 et200mp manual collection en-US.pdf](#).

Зміст звіту: у відповідності з прикладом, наведеним у теоретичній частині. Звіт оформлюється в Microsoft Word поточної версії та завантажується в Moodle. В звіт обов'язково необхідно додавати копії екрану монітора з поясненнями.



Критерії оцінювання виконаної роботи знання принципів роботи обладнання, знання основних блоків, якість вибору та правильність реалізації блоків, реалізації базових функцій, використання типів вхідних та вихідних сигналів.


Захист роботи. Після завантаження звіту у Moodle викладач перевіряє звіт. У випадку відсутності суттєвих помилок робота оцінюється 60% від максимально можливої кількості балів, що зазвичай наведена в семестровому графіку. Для підвищення оцінки здобувач повинен публічно захистити роботу.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Пам'ять контролера. Системи числення. Адреса.
2. Типи даних ПЛК. Блоки даних.
3. Інструкції. Три типи програмних блоків.
4. Категорії інструкцій мови LAD.
5. Операції з таймером.
6. Лічильники та їх використання.
7. Операції переміщення та перетворення даних.
8. Реалізація роботи ПІД-регулятора в LAD-програмі.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Siemens : Sie Portal. URL: <https://sieportal.siemens.com> (дата звернення: 07.07.2024).
2. BELIMO. Електронний каталог всієї продукції BELIMO. URL: <http://belimo.com.ua/katalogi> (дата звернення: 07.07.2024).
3. СТАНДАРТ АСУ ТП 2.0. Вид. офіц. Київ : ТОВ «МЕТІНВЕСТ ДІДЖИТАЛ», 2020. 50 с.



Лабораторна робота №3 Створення HMI (візуалізації) частини проєкту АСУТП в середовищі TIA Portal

Мета роботи: Здобути практичні навички в створення HMI (візуалізації) для панелі Siemens в середовищі TIA Portal.

ЗАВДАННЯ

На основі розробленої програми, яка була створена в ході лабораторної роботи №2, а використанням [1],[2],[3], створити візуалізацію технологічного процесу, яка буде включати наступні компоненти:

- 1) Схематичне зображення об'єкта.
- 2) Вікна введення – виведення інформації.
- 3) Кнопки для керування.
- 4) Індикатори роботи.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Візуалізація процесу. Виробничі процеси стають все більш складними і все більші вимоги пред'являються до функціональності машин і установок. З цієї причини оператору потрібен високопродуктивний інструмент для контролю і моніторингу виробничих установок. Система HMI (Human Machine Interface, людино-машинний інтерфейс) являє собою інтерфейс між людиною (оператором) і процесом (машиною/установкою). Контролер має фактичний контроль над процесом. Таким чином, існує інтерфейс між оператором і WinCC (на панелі HMI) і інтерфейс між WinCC і контролером.

SIMATIC HMI Comfort Panels і WinCC виконують наступні завдання:

1. *Представлення процесів з чіткою структурою екрану.* Процес представлений на пристрої HMI. Якщо, наприклад, стан змінюється в процесі, дисплей оновлюється на пристрої HMI. Процес може бути представлений чітко структуровано на декількох екранах.

2. *Операційні процеси.* Оператор може керувати процесом за допомогою графічного інтерфейсу користувача. Оператор може, наприклад, ввести уставку для контролера або запустити двигун.

3. *Вихідна сигналізація.* Якщо в процесі відбуваються критичні технологічні стани, тривога спрацьовує автоматично; Наприклад, при перевищенні зазначеного ліміту.

Реєстрація процедурних значень та сигналів тривоги. Система HMI може реєструвати тривоги та значення процесів. Задokumentувати історію процесу можна таким чином.

1. *Документування значень процесу та сигналів тривоги.* HMI system може роздруковувати тривоги та значення процесів у вигляді звітів. Наприклад, ви можете вивести виробничі дані в кінці зміни.






2. *Управління параметрами процесу і параметрами машини в рецептурах.* Система HMI може зберігати параметри процесів і машин в рецептах. Ви можете перенести ці параметри, наприклад, з пристрою HMI на контролер за один крок, щоб змінити виробництво на інший тип продукції.

3. *Управління користувачами.* Певні права можуть бути надані пристроям, а можливі входи оператора можуть бути обмежені для певних користувачів.

В результаті ви все ще маєте доступ до старих виробничих даних навіть пізніше.

Види HMI надані в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Види HMI

Smart HMI / Legacy HMI	KTP HMI	Comfort HMI	PC Based HMI	PC Based SCADA
				
<ul style="list-style-type: none"> • Basic HMI • Software: WinCC Flexible • Cable/Interface: RS422/RS485-MPI/Profibus/Ethernet • USB host for mouse, keyboard and USB storage 	<ul style="list-style-type: none"> • Basic HMI for simple applications • Software: WinCC Basic • Cable/Interface: Ethernet/Profinet • USB host for mouse, keyboard and USB storage 	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced HMI Panel • For complex solutions • Software: WinCC Comfort • Cable/Interfaces: Ethernet/Profinet • USB host for mouse, keyboard and USB storage 	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced PC based HMI for High end production solutions • Software: WinCC Advanced • Single user systems for machine level • Cable/Interface: Ethernet/Profinet 	<ul style="list-style-type: none"> • For Small and Medium Sized Plants • Comprehensive multi user systems • Software: WinCC Professional • Cable / Interface: Ethernet / Profinet • Web based solution • Sm@rt client app for android and ios • Siemens Industrial PC or desktop PC • Web UX / Web Navigator • Process Historian • Redundancy • Scripting / OPC

SIMATIC HMI Panel TP700 Comfort: опис пристрою. Лінійка панелей комфорту SIMATIC HMI включає сенсорні панелі (управляються сенсорним екраном), клавішні панелі (управляються клавіатурою) і клавішні і сенсорні панелі (управляються клавіатурою і сенсорним екраном).

Панелі комфорту SIMATIC HMI відповідають всім вимогам, викладеним у розділі. Також опціонально можливо:

- підтримка роботи за допомогою довідкових текстів;
- специфічне для користувача розширення функціональності за допомогою VBScript;
- Microsoft Excel/Word/PDF Viewer для відображення документів;
- віддалений доступ до інтерфейсу користувача панелі комфорту через Ethernet з веб-браузера іншого пристрою HMI або будь-якого ПК через опцію WinCC/Sm@rtServer;

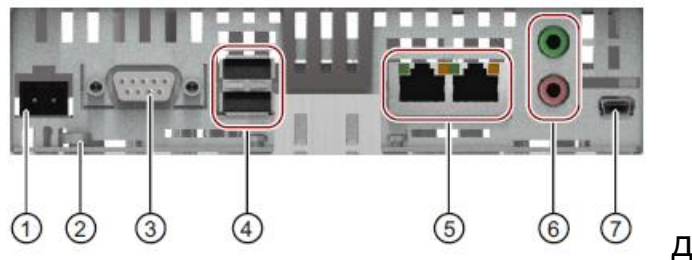
- запис операцій в контрольний журнал з електронним підписом через опцію WinCC/Audit;
- джерело безперебійного живлення (ДБЖ) з підтримкою USB.

Цей документ пояснює ці пристрої HMI на прикладі TP700 Comfort (рис. 3.1, 3.2).



1 Рейтингова табличка
 2 Слоти для карт пам'яті SD
 3 Сенсорний дисплей
 Рисунок 3.1 – TP700 Comfort

Інтерфейси TP700 Comfort



1. Підключення для електропостачання.
2. З'єднання для еквіпотенційного склеювання (земля).
3. PROFIBUS (Sub-D RS422/485).
4. 2x USB тип А.
5. PROFINET (LAN), 10/100 Мбіт, 2 порти.
6. Аудіолінія вхід/вихід.
7. USB тип Mini-B.

Рисунок 3.2 – Інтерфейси TP700 Comfort

Поняття пам'яті. Пристрої HMI можуть використовувати наступні типи пам'яті: внутрішня пам'ять, системна карта пам'яті, карта пам'яті, а також USB-накопичувач, підключений до USB-порту.

Внутрішня пам'ять. Тут зберігаються такі дані: операційна система, файл проекту, ліцензійні ключі, керування користувачами, рецепти.

Карта пам'яті. Тут зберігаються такі дані: журнали, резервні копії, рецепти.

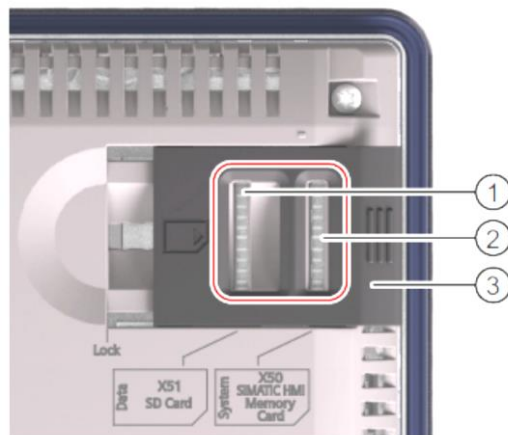
В якості карти пам'яті можна використовувати комерційно доступні карти пам'яті у форматі «SD(IO / HC)» або «MMC». З міркувань узгодженості

даних рекомендується використовувати карту пам'яті SIMATIC HMI в якості карти пам'яті.

Карта пам'яті системи. Карта пам'яті системи є частиною сервісної концепції пристроїв HMI і допомагає скоротити час власного використання.

При активації концепції послуги всі дані передаються з внутрішньої пам'яті пристрою HMI на карту пам'яті системи. Таким чином, якщо пристрій HMI виходить з ладу, карту системної пам'яті можна просто вставити в замінний пристрій.

Картою системної пам'яті може бути тільки SIMATIC HMI Memory Card з 2 ГБ або більше пам'яті (рис. 3.3). Інші карти пам'яті не розпізнаються пристроєм HMI як карта системної пам'яті.



- 1 Slot для карти пам'яті у форматі "SD (IO / HC)" або "MMC"
- 2 Slot для системної карти пам'яті
- 3 Замикаючий слайд

Рисунок 3.3 – Слоти для карти пам'яті і системної карти пам'яті

Програмне забезпечення для програмування WinCC Advanced V13 (TIA Portal V13). WinCC Advanced V13 (TIA Portal V13) є інструментом програмування для наступних систем візуалізації:

- WinCC Runtime Advanced для однокористувацьких систем на базі ПК з ліцензіями на 128, 512, 2к, 4к, а також 8к Power Tags (теги з інтерфейсом процесу);

- панелі комфорту SIMATIC;
- мобільні панелі SIMATIC;
- мультипанелі SIMATIC;
- панелі SIMATIC попередніх поколінь (серії 70, 170, 270);
- базові панелі SIMATIC.

З WinCC Advanced V13 є наступні функції для створення систем HMI (Human Machine Interface):

- конфігурація та призначення параметрів обладнання
- специфікація зв'язку та створення з'єднання з ПЛК;
- створення та дизайн екранів з ієрархічною структурою;



- створення внутрішніх і зовнішніх змінних;
- створення сигналів тривоги та переглядів тривог;
- створення журналів і відображення логів у вигляді трендів і таблиць;
- створення рецептур і видів рецептів;
- створення та друк звітів;
- створення користувацьких функцій за допомогою сценаріїв Visual Basic;
- випробування, пусконаладжувальні роботи та сервісне обслуговування з оперативними/діагностичними функціями;
- віддалена робота через додатковий сервер WinCC Smart Server;
- запис операцій в контрольний журнал з електронним підписом через опцію WinCC/Audit;
- документація.

Підтримка всіх функцій забезпечується за допомогою детальної онлайн-допомоги.

Проект. Для реалізації рішення задачі автоматизації та візуалізації необхідно створити проект в TIA Portal. Проект в TIA Portal містить конфігураційні дані для налаштування і роботи пристроїв в мережі, а також програми і конфігурацію візуалізації.

Конфігурація обладнання. Апаратна конфігурація містить конфігурацію пристроїв, що складаються з апаратного забезпечення системи автоматизації, інтелектуальних пристроїв field та апаратного забезпечення візуалізації, наприклад, панелей як систем HMI (Human Machine Interface). Конфігурація мереж визначає зв'язок між різними апаратними компонентами. Окремі апаратні компоненти вставляються в конфігурацію hardware з каталогів.

Апаратна частина систем автоматизації включає контролери (CPU) з модулями сигналів вхідних і вихідних сигналів (SM) і модулі зв'язку і інтерфейсу (CP, IM). Інші модулі живлення (PS) та силові модулі (PM) також доступні для постачання модулів енергією.

Сигнальні модулі та інтелектуальні польові пристрої з'єднують вхідні та вихідні дані процесу, що підлягають автоматизації та візуалізації, до системи автоматизації.

Візуалізація, в свою чергу, звертається до даних в системі автоматизації.

На рис. 3.4 наведений приклад конфігурації обладнання з централізованою та розподіленою структурами та візуалізація процесу.

Апаратна конфігурація дозволяє завантажувати рішення автоматизації та візуалізації в систему автоматизації та доступ контролером до підключених сигнальних модулів.

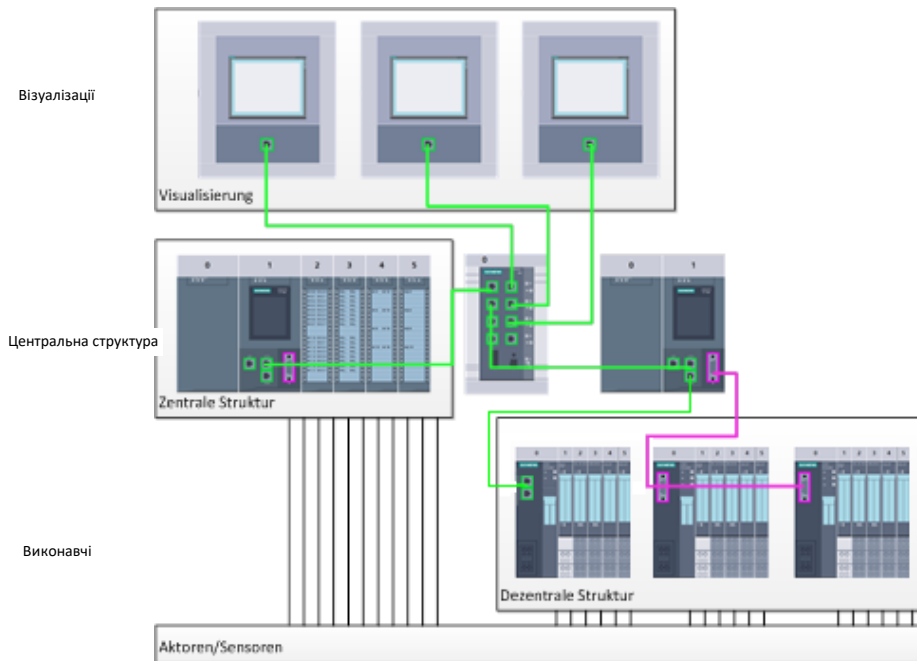


Рисунок 3.4 – Приклад конфігурації обладнання

Планування структури екрану. Після вибору пристрою для візуалізації необхідно спланувати структуру екрану. З цією метою слід збирати, групувати і структурувати інформацію, яка буде відображатися. З цього повинна бути виведена структура екрану, як показано на рис. 3.5 (точка входу в структуру екрану завжди гарантується кореневим екраном so-called).

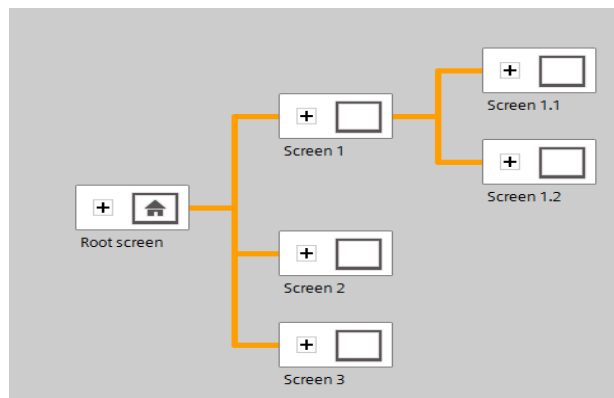


Рисунок 3.4 – Приклад структури екрану

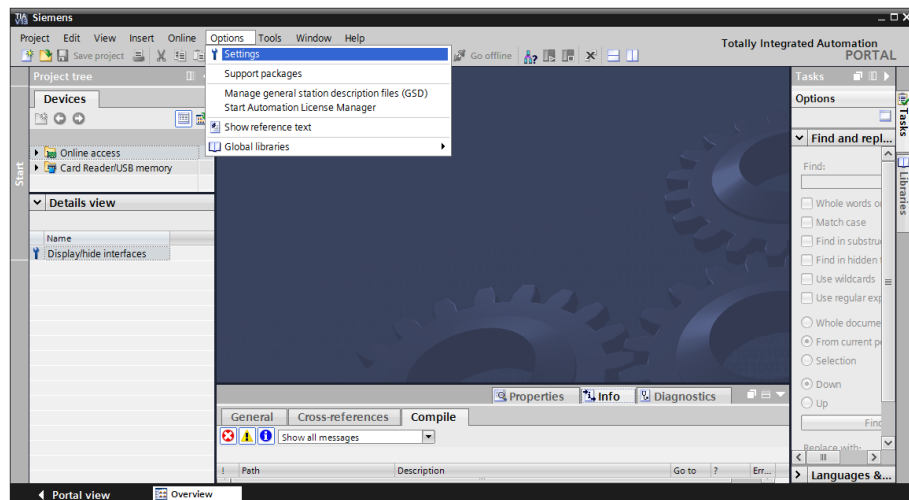
Структура екрану повинна бути обрана таким чином, щоб оптимально підтримувати навігацію користувачем за допомогою інформації, розподіленої між екранами для роботи і моніторингу процесу.

Планування структури екрану. Кожен окремий екран повинен бути спланований. Для відображення інформації також необхідно враховувати її використання людьми. Тут корисно дотримуватися такі принципи проектування, як закон близькості, закон подібності і закон симетрії. Наступні

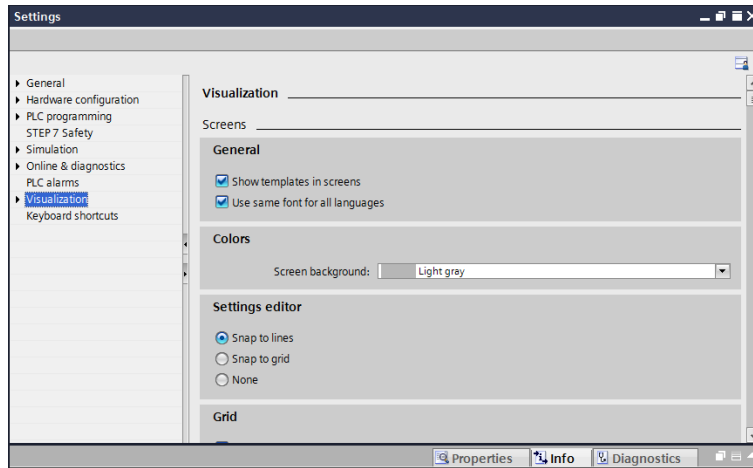
емпіричні правила, отримані з принципів проєктування, також можуть допомогти в структуруванні екранів:

- формування груп блоків даних;
- рівномірний поділ загального складу на робочу інформацію, стан або системну інформацію та інформацію про контролера;
- спостерігайте за середнім розподілом уваги на екрані як функцію напрямку читання;
- використання вирівнювання як принципу оформлення (вирівнювання чисел, заголовків стовпців за вмістом стовпців);
- ефективно використовуйте максимум 30 – 40% доступного простору: розміщуйте якомога менше інформації і стільки, скільки необхідно економно використовуйте кодування (наприклад, колір, жирний текст, яскравість, форма, контур, візерунок, миготіння);
- номери Subdivide: поділіть числа з більш ніж 4 цифрами на групи по 2, 3 або 4 (наприклад, 66 234);
- бажано вибирати числа при перерахуванні об'єктів, властивостей і т.д.;
- використовуйте та розташовуйте позначення однаково, використовуйте короткі слова, якщо це можливо.

Основні настройки WinCC Advanced в TIA Portal. Користувачі можуть вказати власні налаштування за замовчуванням для певних налаштувань в TIA Portal. Шлях до налаштувань графічного відображення показано тут. У перегляді проєкту виберіть меню «Параметри», а потім «Налаштування».

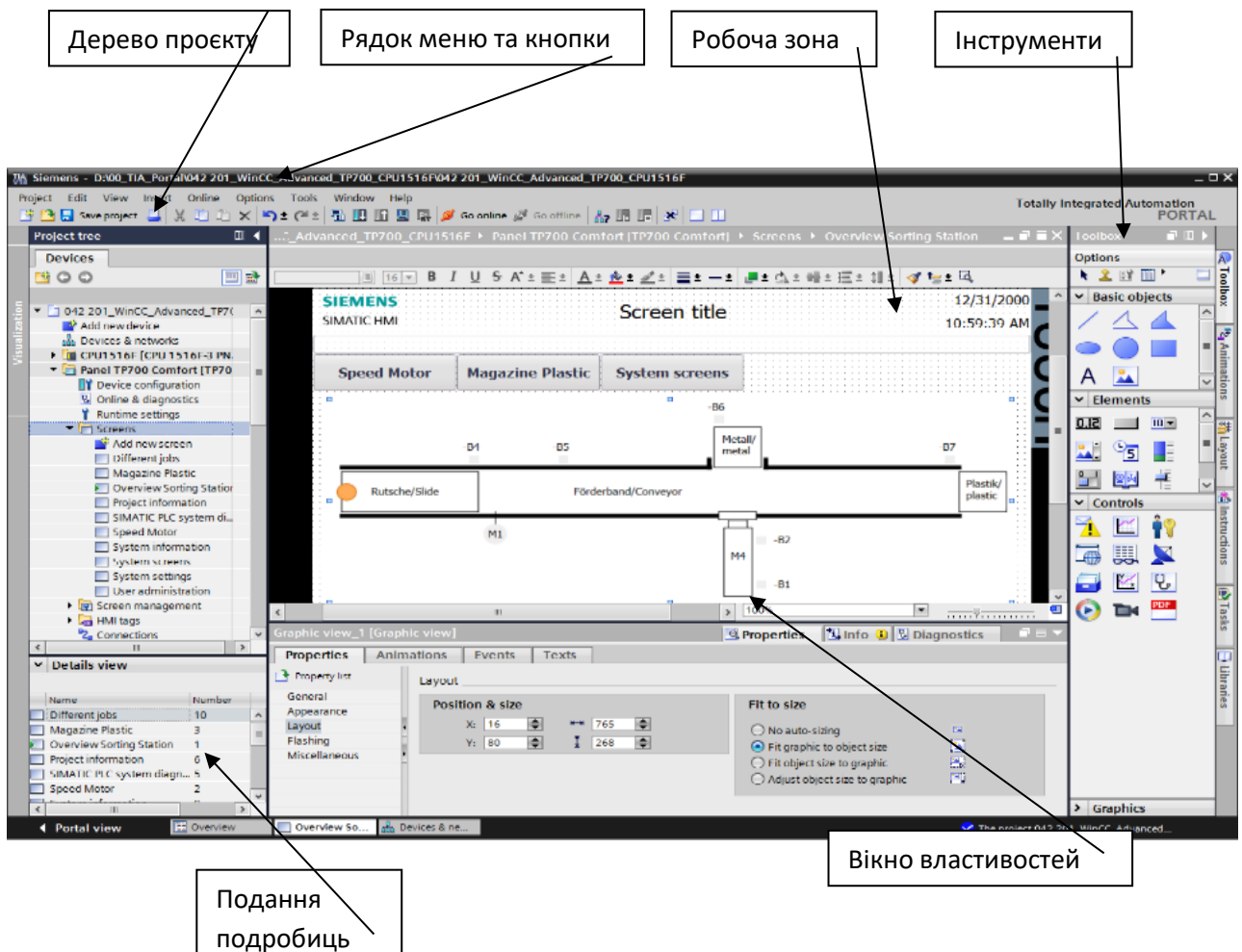


У розділі «Візуалізація» в «Налаштуваннях» виберіть потрібні налаштування за замовчуванням для зовнішнього вигляду інтерфейсу користувача.



Примітка: Зберігайте тут налаштування графічного відображення за замовчуванням.

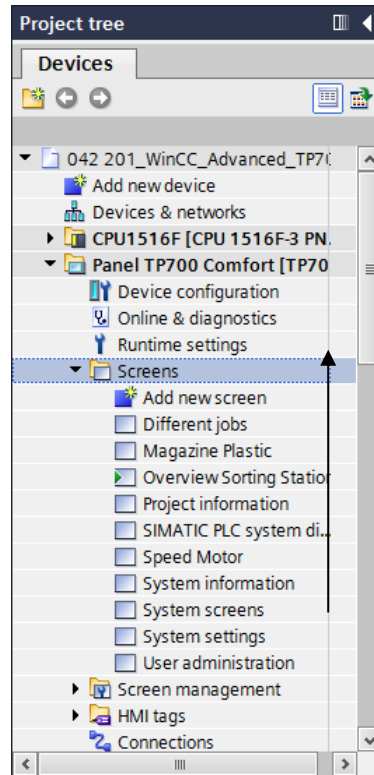
Інтерфейс користувача WinCC



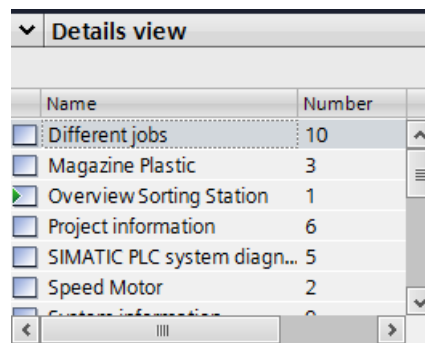
Дерево проекту. Вікно дерева проекту є центральною контрольною точкою для редагування проекту. Всі компоненти і всі доступні редактори проекту відображаються в деревоподібній структурі у вікні проекту і можуть бути відкриті там

. Кожному редактору присвоюється символ, який дозволяє ідентифікувати пов'язані об'єкти. У вікні проєкту відображаються тільки елементи, підтримувані обраним пристроєм HMI.

Доступ до налаштувань пристрою HMI можна отримати у вікні проєкту.



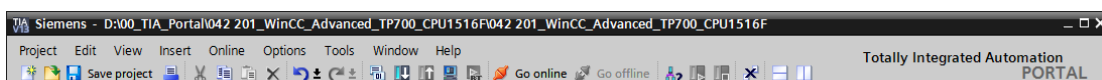
Подання подробиць. Перегляд подробиць відтворює вміст або додаткову інформацію про об'єкти, виділені в дереві проєкту.



Name	Number
Different jobs	10
Magazine Plastic	3
Overview Sorting Station	1
Project information	6
SIMATIC PLC system diagn...	5
Speed Motor	2
System information	0

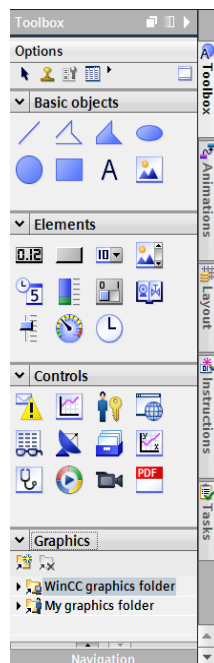
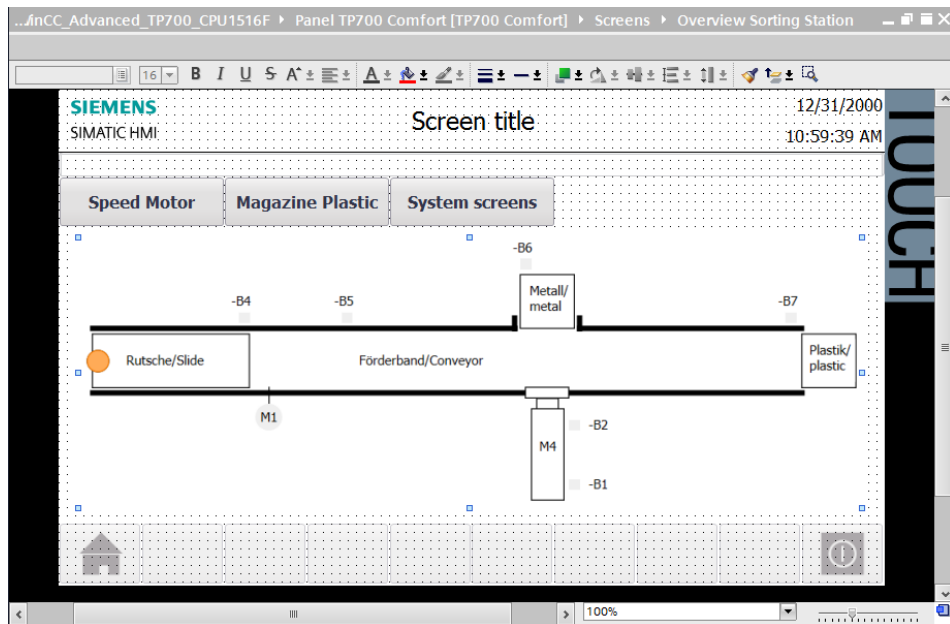
Рядок меню та кнопки. У меню та на панелях інструментів ви знайдете часто використовувані функції, необхідні для налаштування пристрою HMI. Якщо відповідний редактор active, відображаються команди меню та панелі інструментів, специфічні для редактора.

Якщо навести вказівник миші на команду, для кожної функції буде надано відповідну спливаючу підказку.



Робоча зона. Ви редагуєте об'єкти проєкту в робочій області. Всі інші елементи WinCC розташовуються навколо робочої зони.

У робочій області ви редагуєте дані проєкту або в табличному вигляді (наприклад, теги), або графічно (наприклад, екрани процесів). Панель інструментів розташована у верхній частині робочої області. Тут ви можете вибрати, наприклад, шрифт, колір шрифту та такі функції, як обертання, вирівнювання тощо.



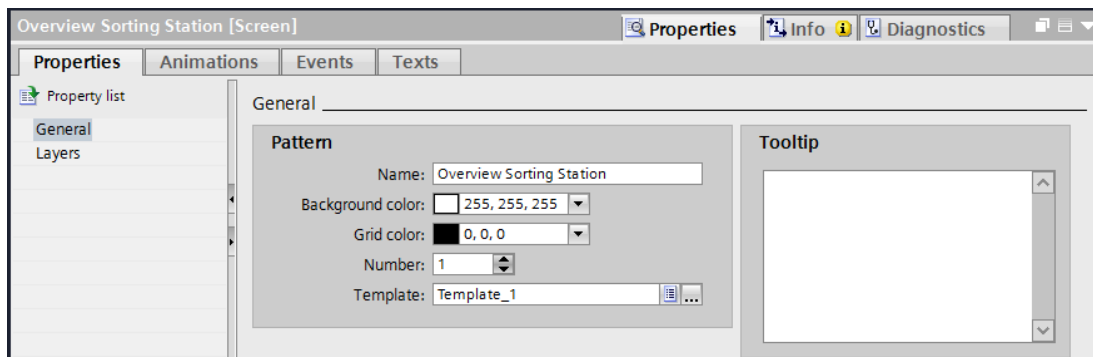
Інструмент. Вікно "Інструменти" містить виділення об'єктів, які ви можете вставити у свої фрагменти, такі як графічні об'єкти та елементи керування операторами. Крім того, вікно «Інструменти» містить графіку з попередньо зібраними графічними об'єктами та колекціями лицьових

панелей. Об'єкти переміщуються в робочу область за допомогою "drag and drop".

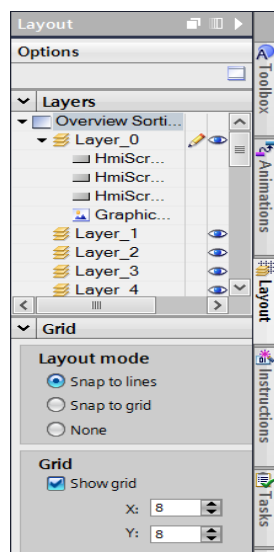
Вікно властивостей. У вікні властивостей ви редагуєте властивості об'єктів, виділених у робочій області (наприклад, колір екранних об'єктів). Вікно доступне тільки в певних редакторах.

У вікні Properties відображаються властивості виділеного об'єкта, упорядкованого за категоріями. Як тільки ви виходите з поля введення, зміни значення вступають в силу. Якщо ввести неприпустиме значення, воно виділяється кольором. Наприклад, спливаюча підказка надає інформацію про допустимий діапазон значень.

Крім того, анімація (наприклад, зміна кольору при зміні стану сигналу в ПЛК) і події (наприклад, зміна екрану, коли кнопка відпускається) налаштовуються для вибраного об'єкта у вікні властивостей.

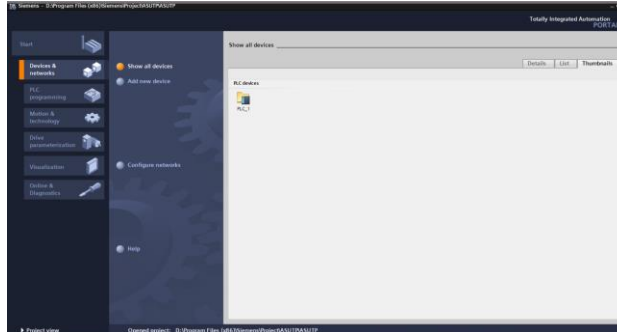


Інші вкладки. Налаштування робочої області, такі як вибір рівнів і функції сітки, можна зробити у вікні макету. Анімації, інструкції, завдання та бібліотеки об'єкта виділення можна вибрати за допомогою додаткових вкладок.

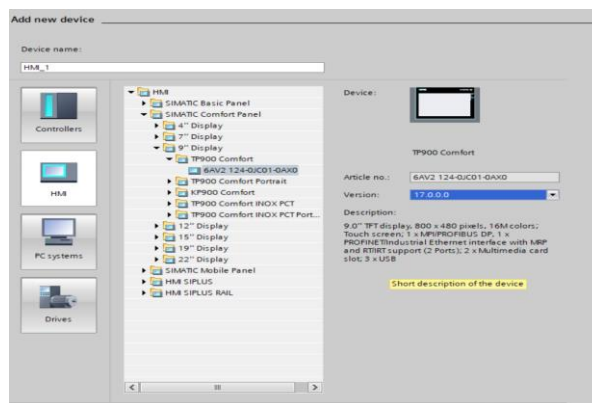


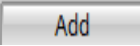
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА (ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ)

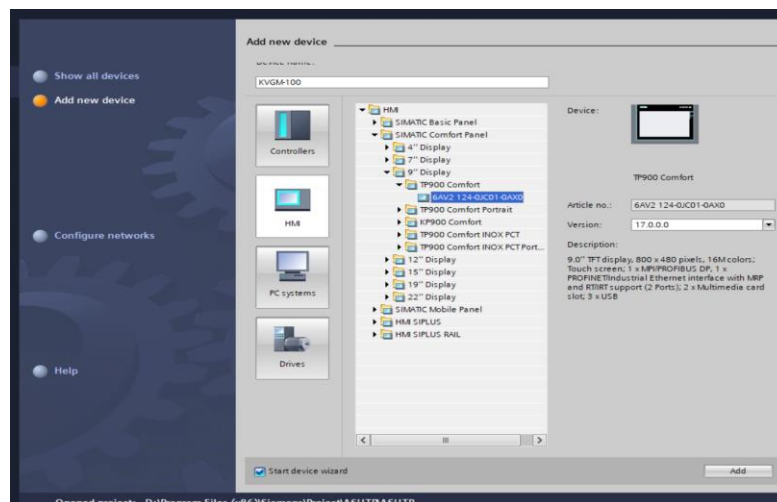
Додавання SIMATIC HMI Panel TP900 Comfort. Щоб створити нову панель у проєкті, перейдіть до перегляду порталу. На порталі виберіть команду меню «Пристрої та мережі» та «Додати новий пристрій».



Тепер виберіть версію пристрою наступним чином: «HMI» - «SIMATIC Comfort Panel» - «9" Display» - «TP900 Comfort» і правильний номер замовлення вашої панелі, тут, наприклад, 6AV2 124-0JC01-0AX0

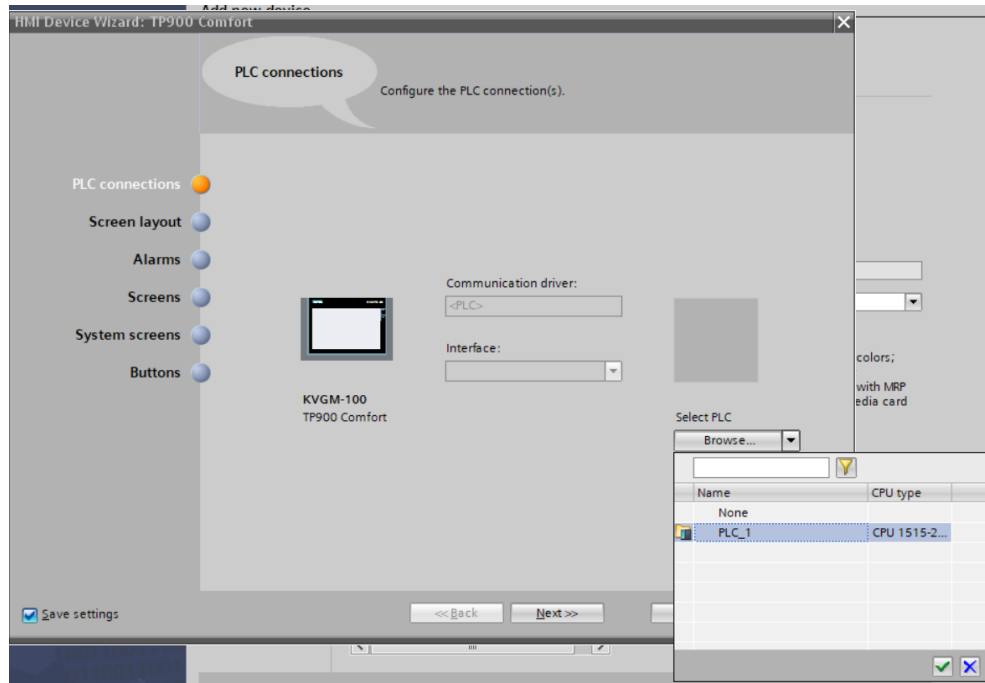


Введіть назву пристрою та встановіть прапорець «Запустити майстер пристроїв». Натисніть кнопку .

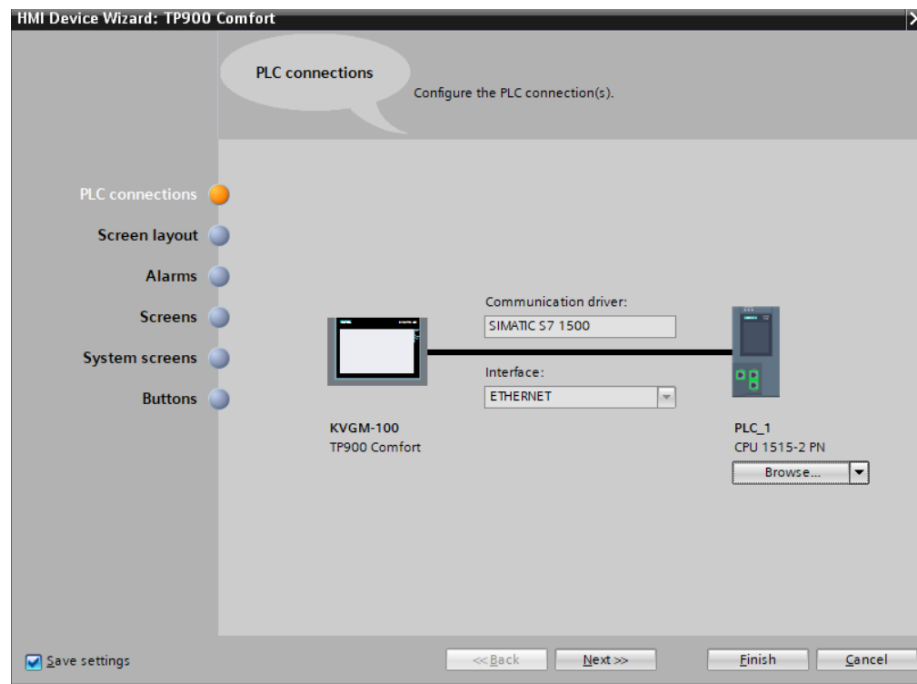


Майстер HMI для панелі комфорту TP900. TIA Portal тепер створює потрібну панель і автоматично запускає майстер HMI для панелі комфорту TP900. Це допомагає вказати кілька основних налаштувань для панелі.

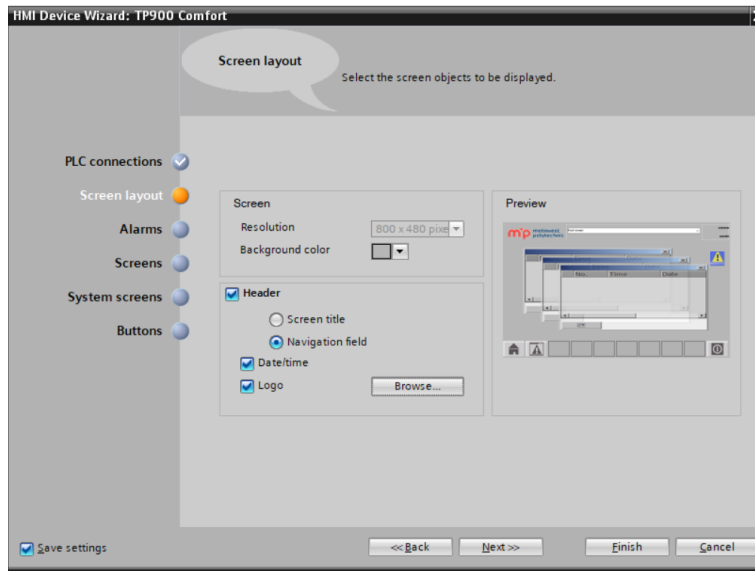
Спочатку з'являється підказка для коннектів ПЛК. Виберіть раніше налаштований процесор як партнера зв'язку.



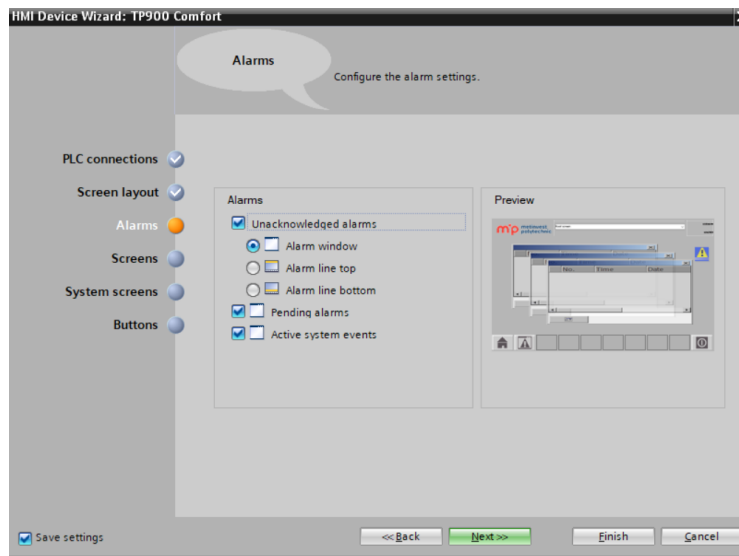
Для того, щоб підключити вашу панель до центрального процесора, виберіть інтерфейс «Ethernet». Підтвердіть свій вибір, натиснувши "**Next >>**"





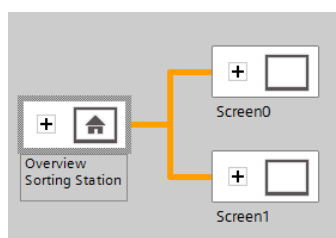
У розділі "Макет екрану" ви можете змінити колір фону за замовчуванням на панелі. Встановіть прапорець " Заголовок сторінки" з заголовком екрана " Дата / час" та " Логотип". Підтвердіть свій вибір, натиснувши "**Next >>**".



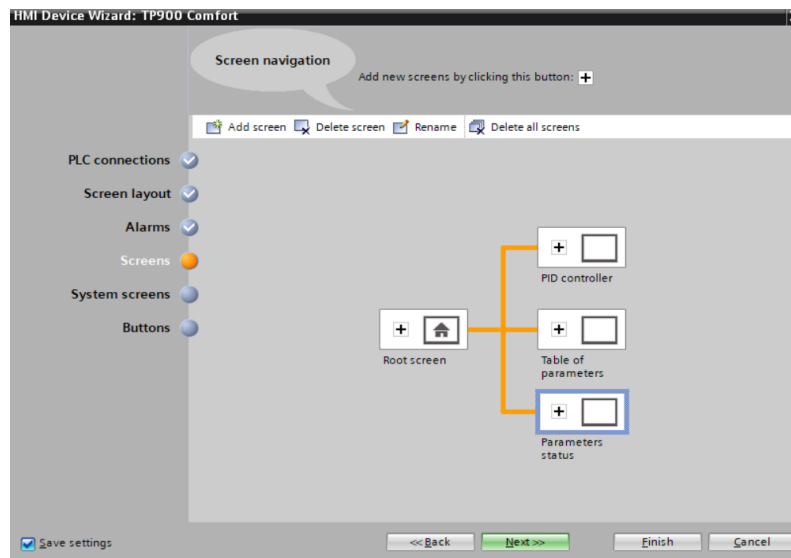
У розділі "Тривоги" можна вказати alarms, які будуть відобразитися у вікні. Виберіть усі 3 типи тривог (з опцією "Верхня лінія тривоги" для нерозпізнаних тривог) Підтвердіть свій вибір, натиснувши "Next >>".



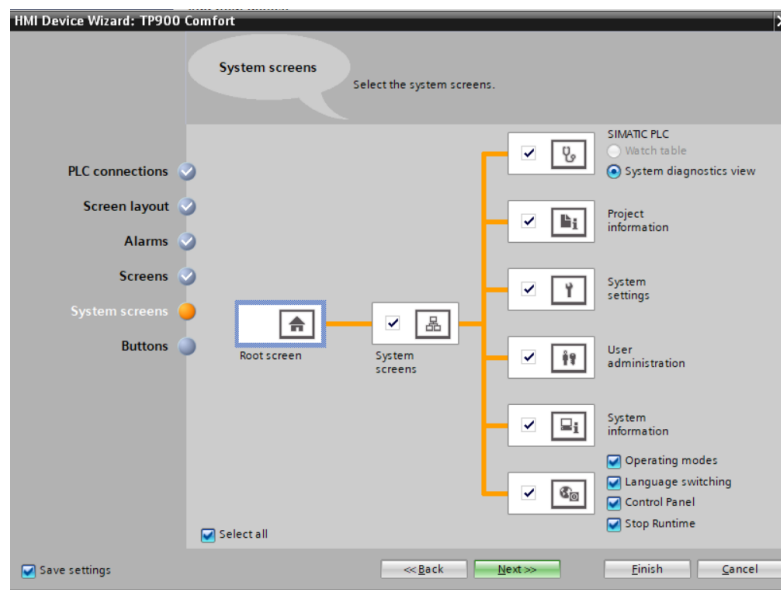
У розділі «Навігація по екрану» показана структура екрану з назвами екранів останнього створеного проекту, в якому стартовий екран - це перший екран, показаний зліва. Натиснувши на екранне ім'я, ви можете легко призначити нове ім'я. Натиснувши , ви можете вставити нові зображення в ієрархію. Натиснувши , ви можете видалити вибрані екрани.



Використовуйте цей метод для створення структури екрану, використовуючи відповідні назви. Підтвердіть свій вибір, натиснувши "Next >>" .

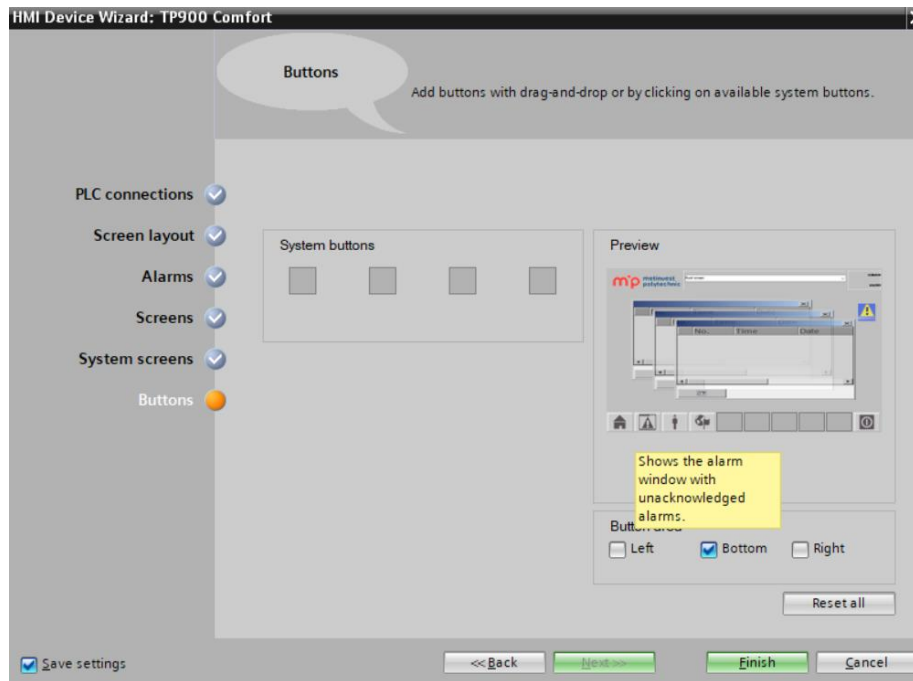


У розділі "Екрани системи" можна вибрати попередньо встановлені види для системних функцій і автоматично вставити їх. Увімкніть усі системні екрани за допомогою "Виділити все" Підтвердіть свій вибір, натиснувши "Next >>" .

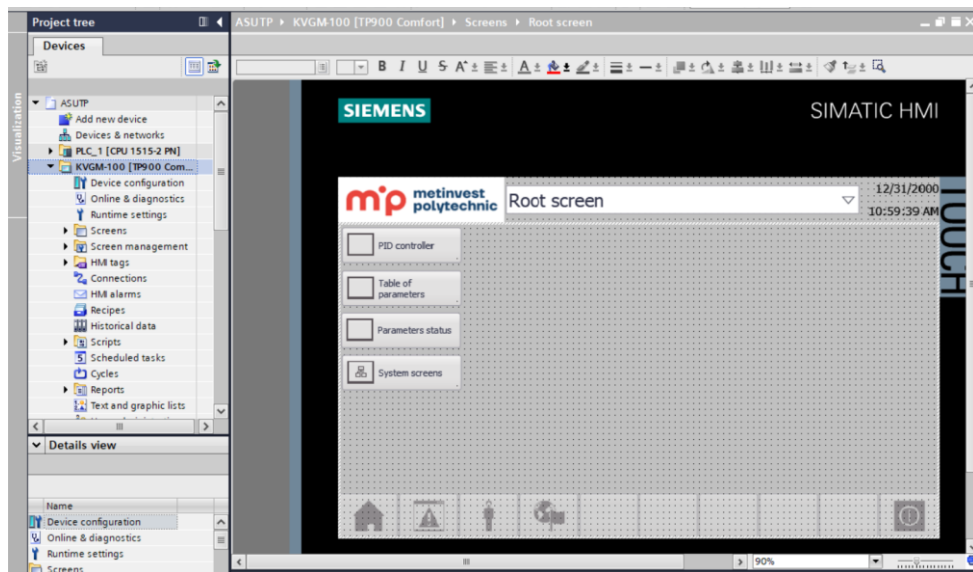


У розділі "Системні кнопки" ви знайдете чотири вільно вибираються кнопки для виходу (часу виконання), входу в систему , мови та початкового екрана . Ви можете розмістити ці кнопки на наданих областях кнопок «Ліворуч», «Внизу» або «Праворуч» за допомогою перетягування.

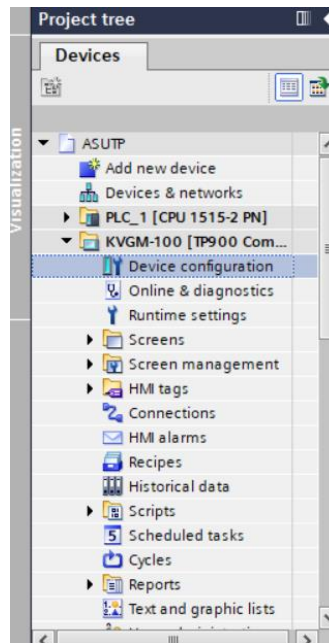
Включити тільки «Область кнопок» «Внизу». Вставте кнопку "Стартовий екран" ліворуч і кнопку "Вихід" під час виконання праворуч . Підтвердіть свій вибір, натиснувши "Finish" .








Конфігурація пристрою панелі TP900 comfort. TIA Portal тепер автоматично перемикається в режим перегляду проекту і відображає там стартовий екран нашої візуалізації.

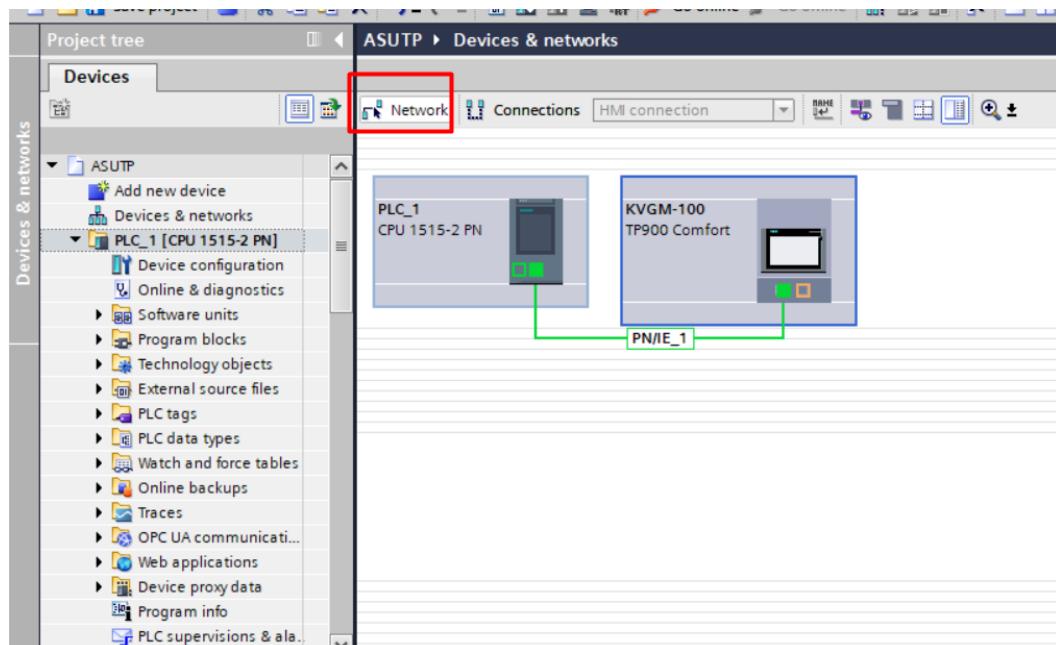


Для того, щоб налаштувати нашу панель, виберіть "Panel TP700 Comfort" в дереві проекту і двічі клацніть по ній, щоб відкрити її "Конфігурація пристрою".

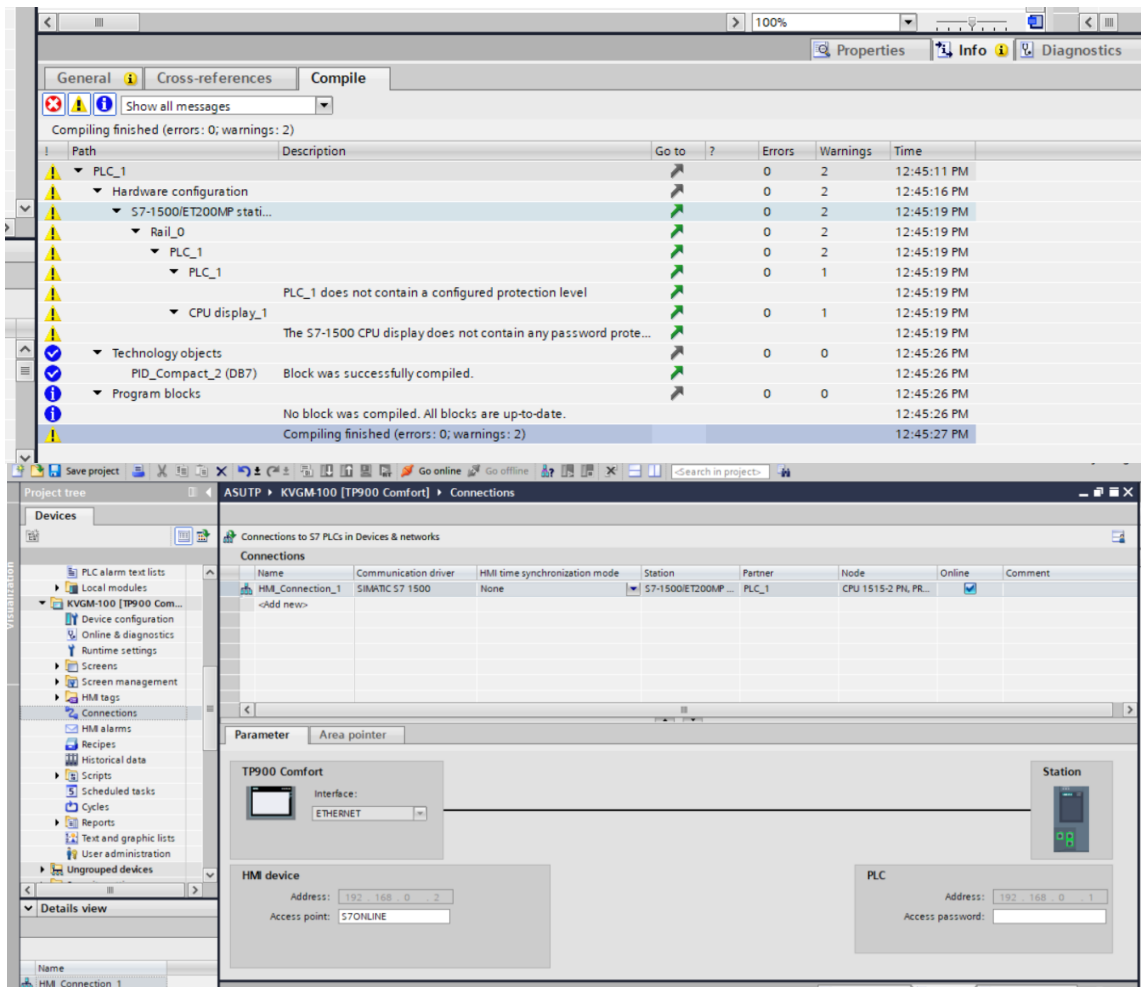


Компіляція центрального процесора і панелі і збереження проєкту.

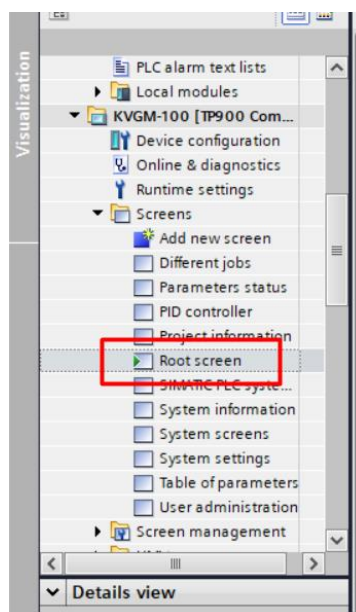
Для компіляції всіх блоків натисніть папку «CPU_1516F» і виберіть  в меню іконку для компіляції. Для компіляції панелі натисніть папку "Panel TP700 Comfort" і виберіть  в меню іконку для компіляції. Ви можете зберегти свій проєкт, натиснувши кнопку  Save project в меню. (CPU_1516F  Панель TP700 Комфорт  Save project)

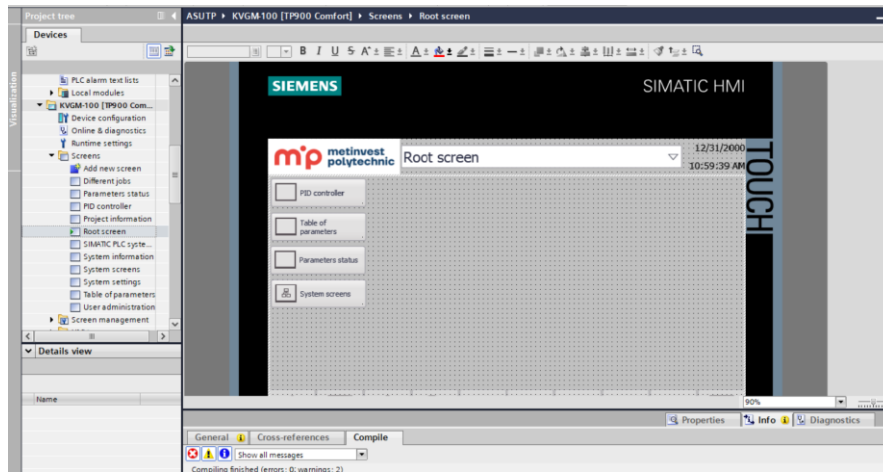



В області "Інформація" вказується, чи була компіляція успішною, чи сталися попередження чи помилки.

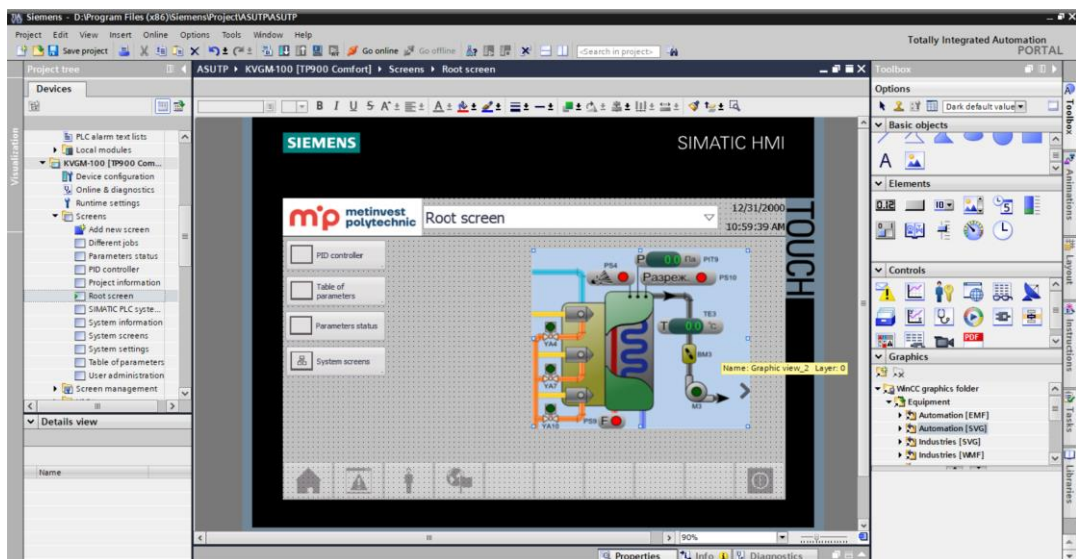
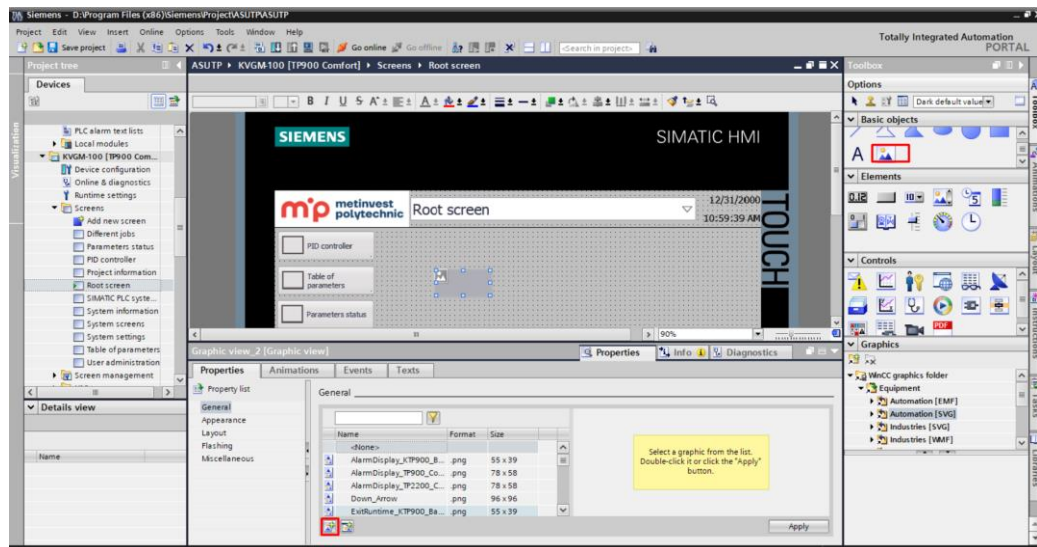


Налаштування графічного дисплея. Після успішної компіляції потрібно викласти перший екран для візуалізації. Для цього спочатку відкрийте екран "Головний екран", двічі клацнувши на ньому.





З інструментів виберіть «Графічний дисплей»  у розділі «Основні об'єкти». Вказівник миші змінюється таким чином, що тепер ви можете draw область для відображення графіки в робочій області.



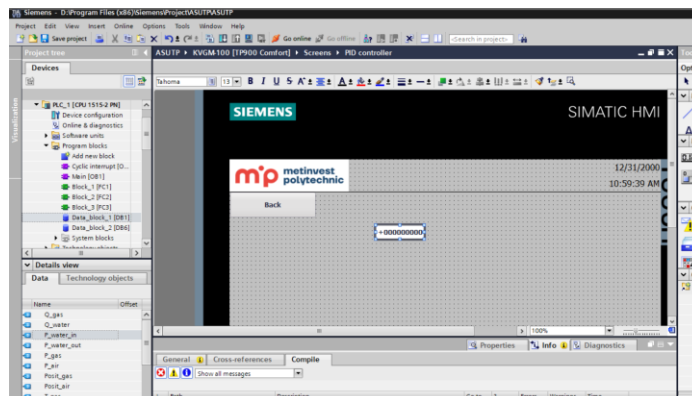
Можна двічі клацнути область графічного відображення, щоб відобразилися її властивості. Виберіть значок «Створити графіку з файлу» у підпункті «Загальні».

Примітка: Існує чотири підпункти для властивостей об'єктів:

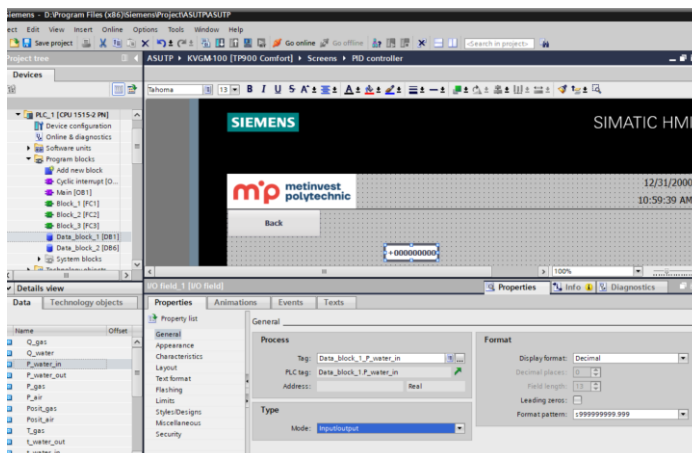
- властивості для статичних налаштувань об'єкту.
- анімація для динамічних налаштувань об'єкту.
- події, якщо дії мають бути ініційовані з об'єктів.
- тексти для багатомовного відображення всередині об'єкту.

Розташуйте графіку за допомогою миші таким чином, щоб позиції та розміри, показані нижче, були введені у розділі «Макет» у властивостях. Виберіть параметр "Припасувати графіку до розміру об'єкта", щоб адаптувати розмір.

Відображення значення процесу в полі введення-виведення. Спочатку потрібно вставити відображення фактичного значення поточної швидкості нижче двигуна конвеєра. Для цього потрібно віднести туди блок даних "Програмні блоки", "CPU" та блок даних. Потім перетягніть тег.

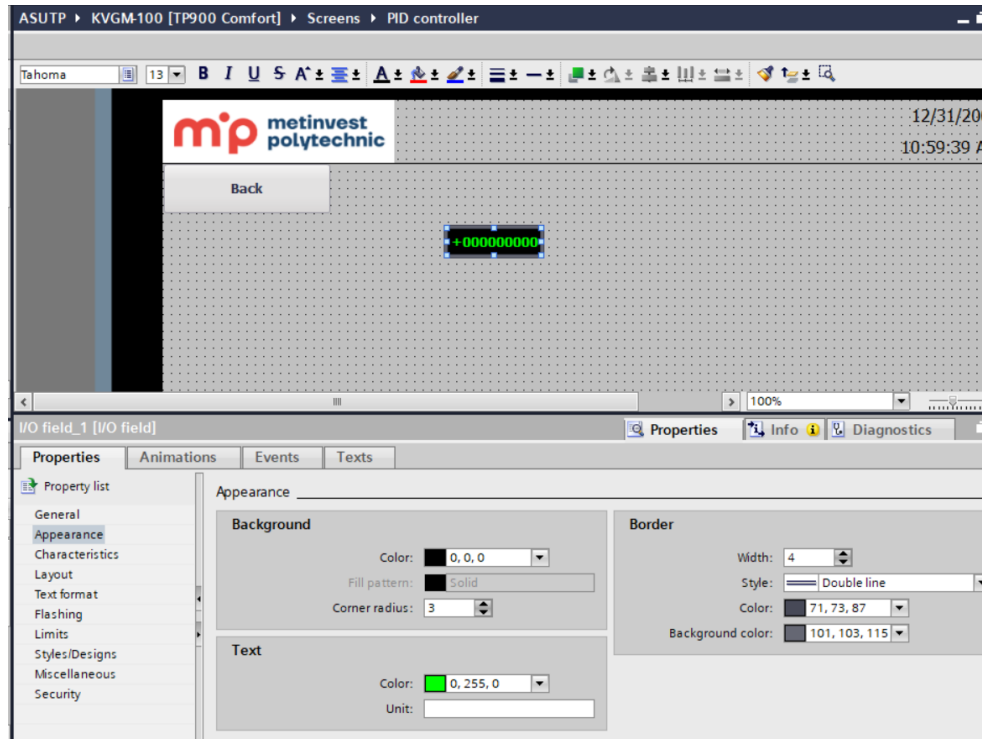


Підключення до тегу в ПЛК вже створено в "Властивості" поля ІО в розділі "Загальні", "Процес". Для параметра "Формат відображення" встановлено значення "Десятковий". Тепер все, що вам потрібно зробити, це змінити шаблон "Формат" на "s999.99", а "Тип" поля на "Вивести".

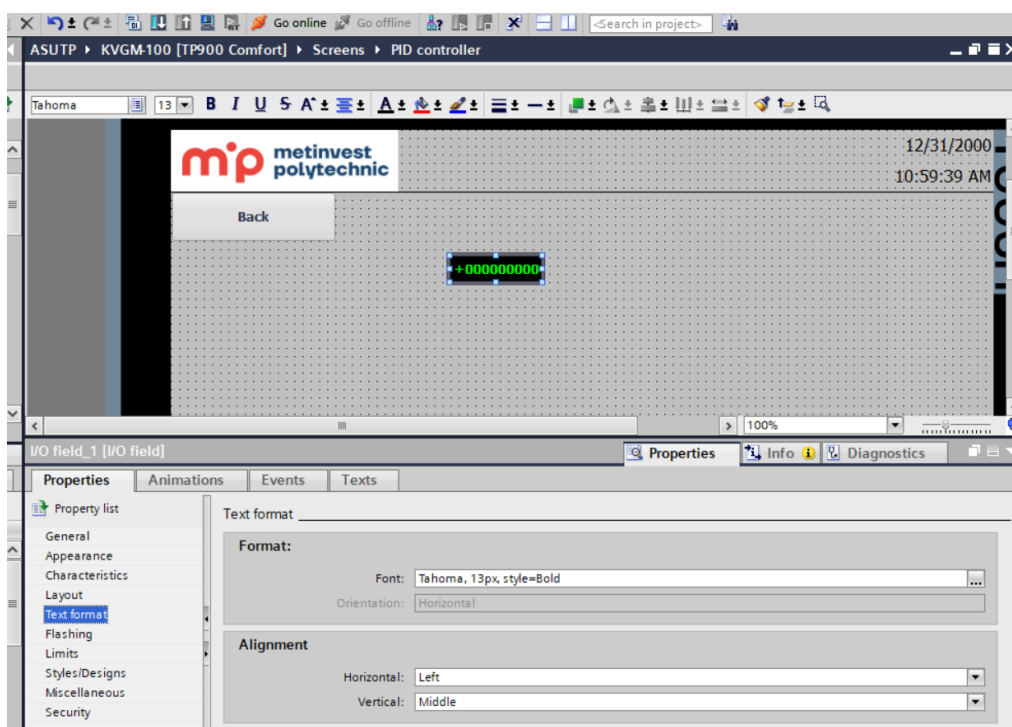


Примітки: Шаблон формату s999.99 означає, що дисплей включатиме три розряди перед десятковою комою, два розряди після коми та знак.

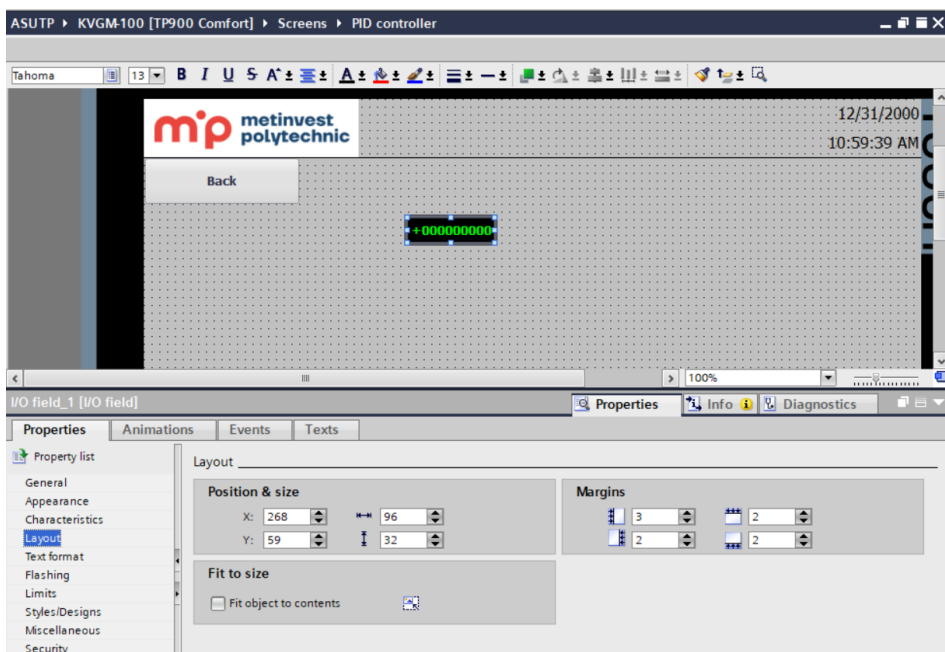
У розділі «Властивості» в розділі «Зовнішній вигляд» змінюємо «Колір» «Фону».



У розділі "Текстовий формат" у "Властивості" змініть параметр "Горизонтальний" "Вирівнювання" на "Праворуч".

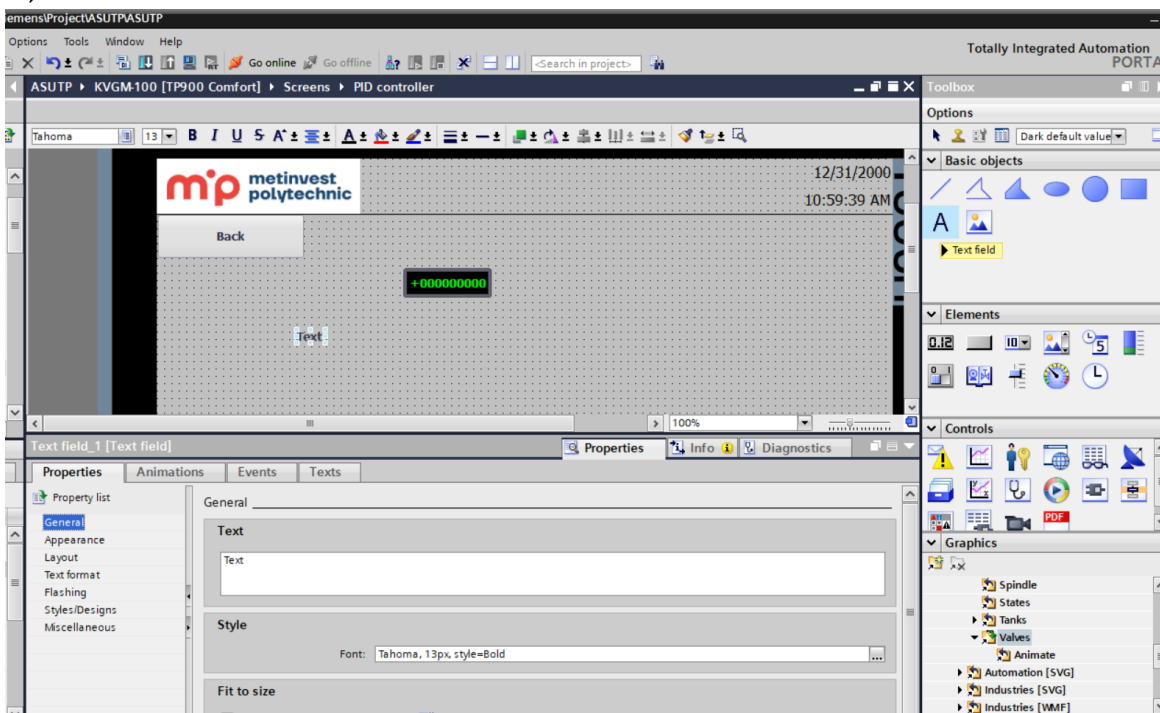


У розділі "Макет" у полі "Властивості" змініть "Положення та розмір", як показано тут, таким чином, поле вводу-виводу буде відображатися поруч із двигуном конвеєра.



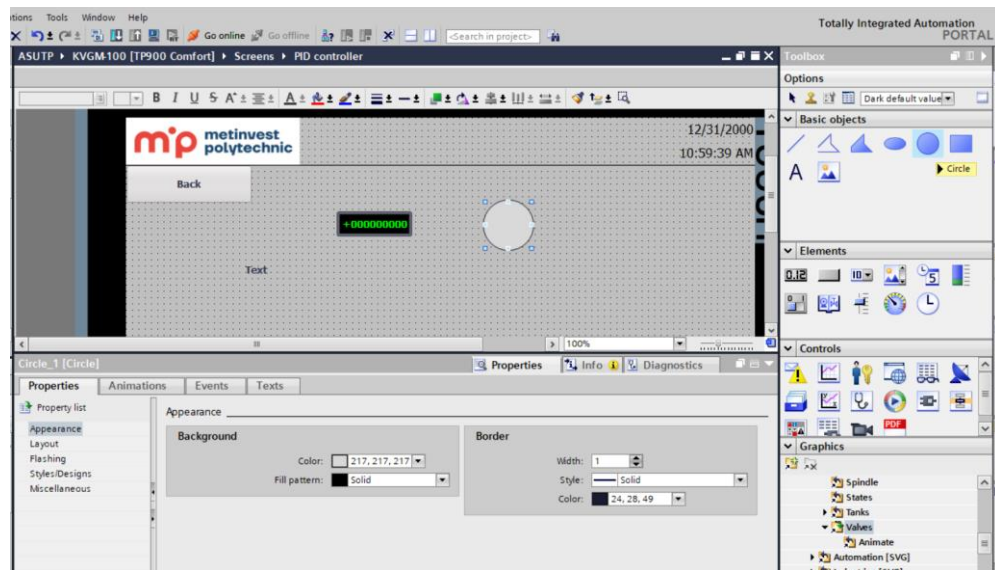
→ Для опису використовуйте drag-and-drop, щоб вставити "Текстове поле" до та після поля ІО з **A** "Основні об'єкти" в "Інструменти".

→



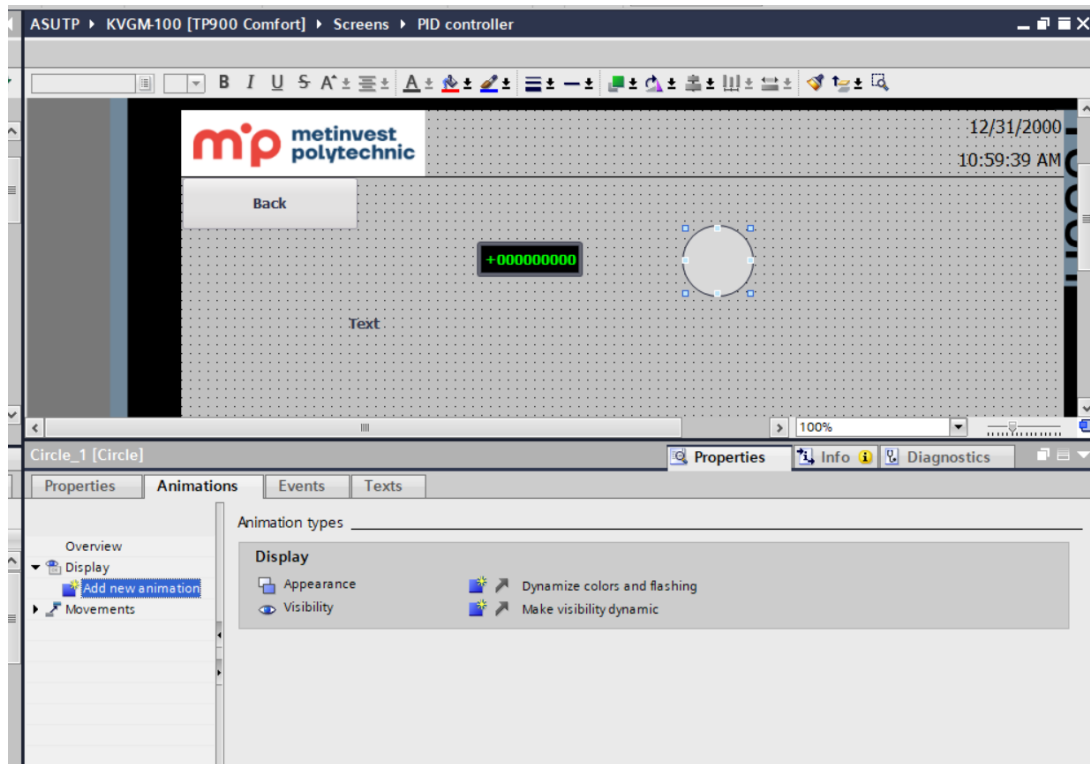
Візуалізація бінарних сигналів за допомогою анімованих прямокутників. Намалюйте за допомогою миші коло правильного розміру та

розташування або встановіть "Положення та розмір" у розділі "Макет" у "Властивості", як показано тут.

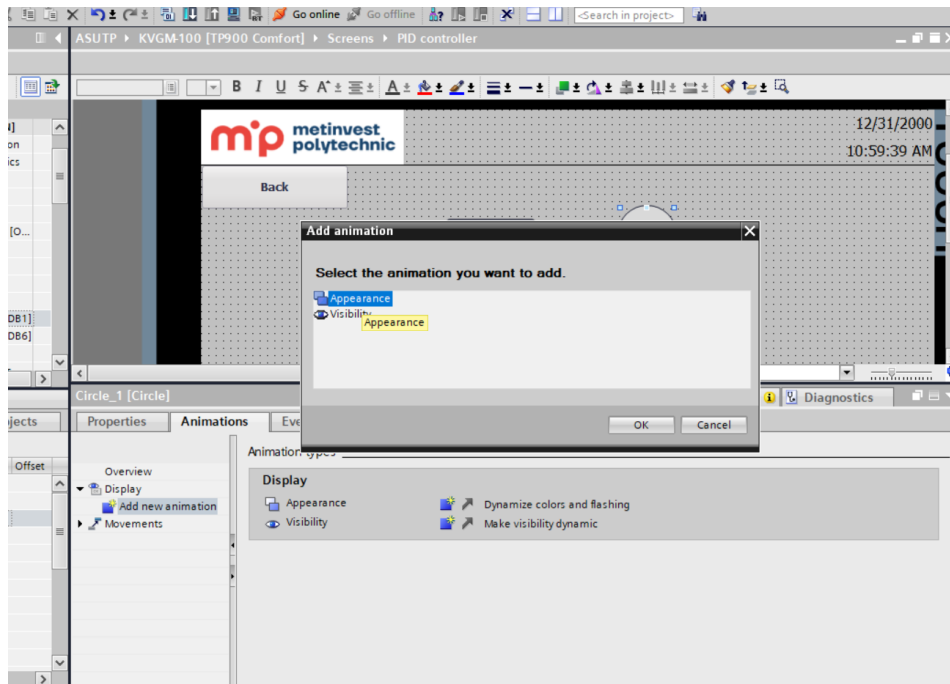


→ Тепер перейдіть на вкладку «Анімація», виберіть «Дисплей» та натисніть «Додати нову анімацію».

→

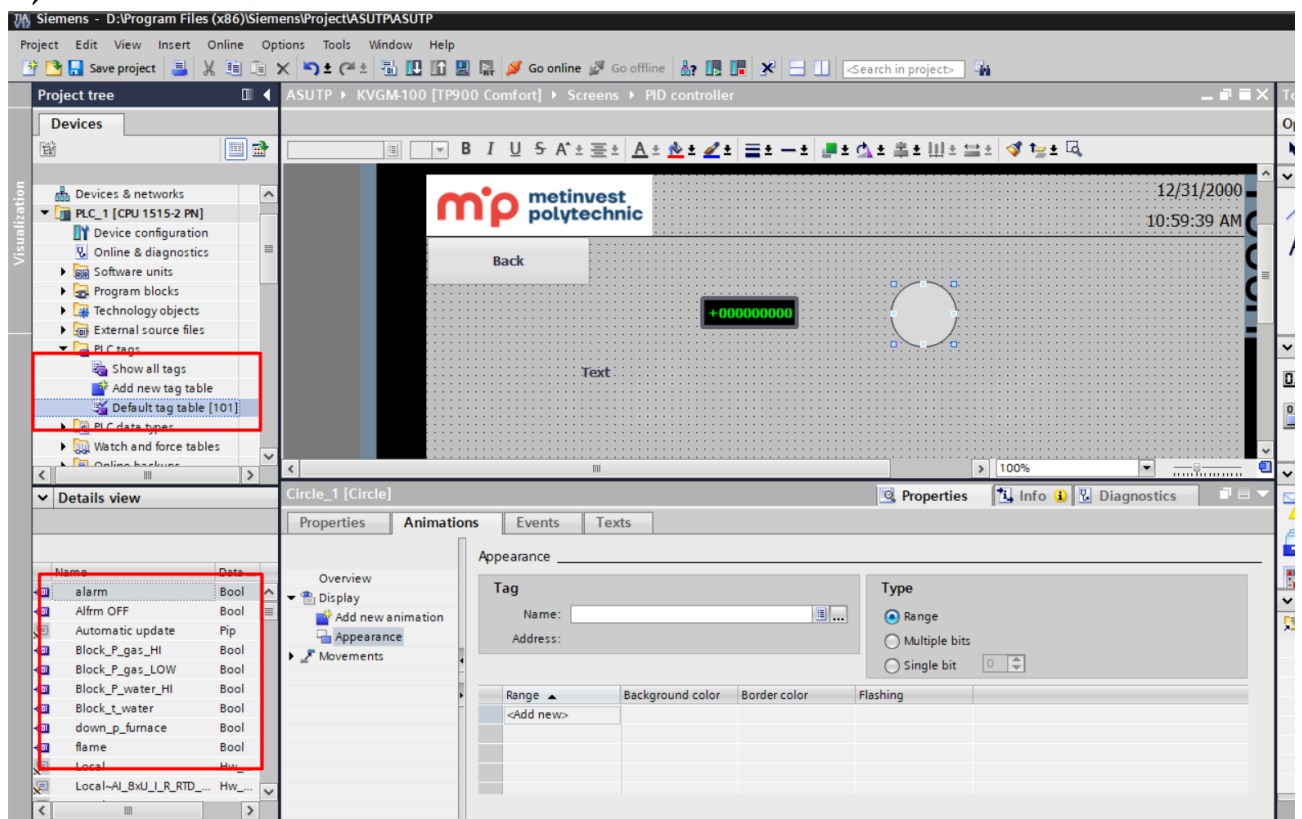


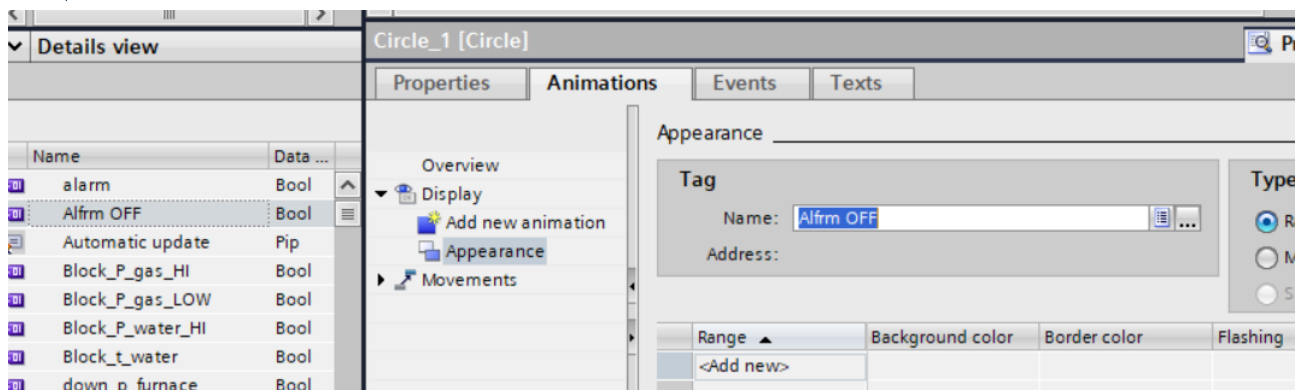
→ У діалоговому вікні, що з'явиться, виберіть «Зовнішній вигляд» та натисніть «ОК».



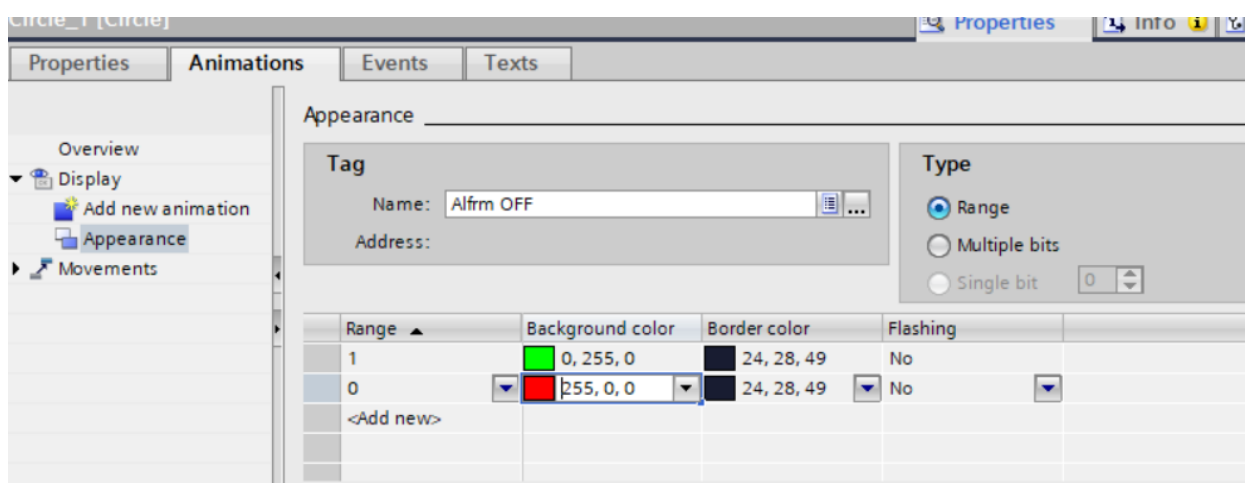
→ Щоб встановити з'єднання з глобальною міткою в центральному процесорі, виберіть "теги PLC" під "CPU", а нижче - "Tag_table". Далі перетягніть тег з "Детальний перегляд" в поле "Ім'я" для "Tag".

→

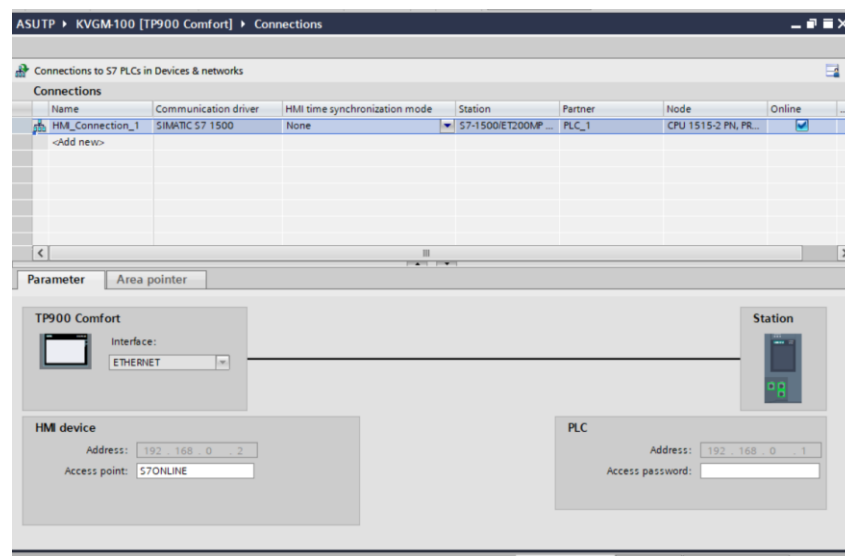




У полі «Зовнішній вигляд» «Дисплея» додайте область зі значенням «1» (стан сигналу «Високий») і змініть колір «Background» на «Зелений» і «0» (стан сигналу «Низький») і змініть колір «Background» на «Червоний».




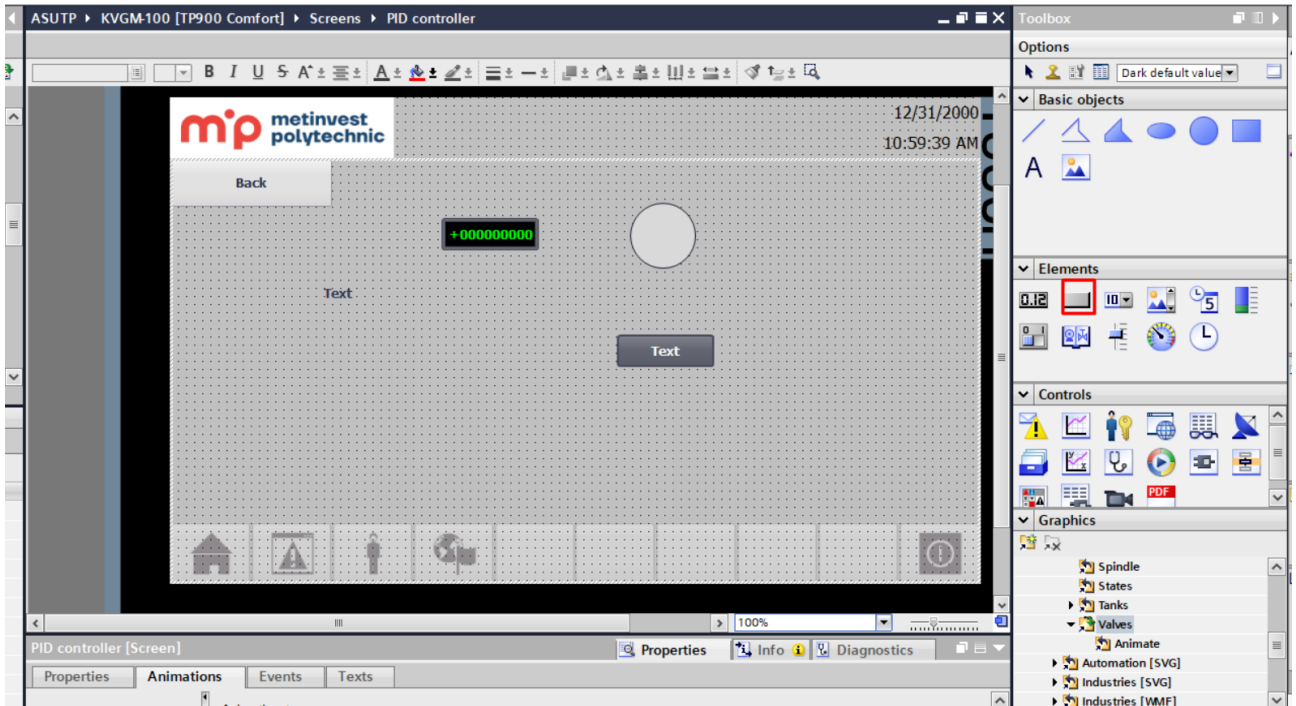
Підключення та теги НМІ. Перед завантаженням конфігурації на панель комфорту TP700 слід перевірити підключення до CPU 1516F. Для цього двічі клацніть «Підключення» в «Панель TP700 Comfort», щоб вибрати його. У відображеному поданні можна перевірити IP-адреси та параметри підключення е. Важливо, щоб установлено прапорець Онлайн .



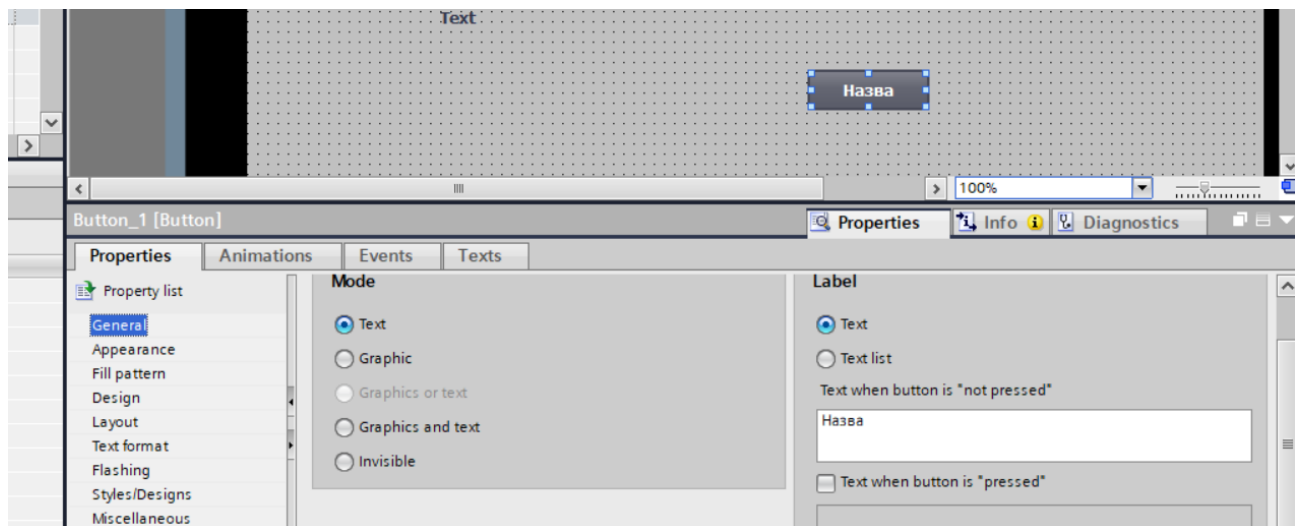
Примітка: Якщо для центрального процесора активовано захист доступу, пароль доступу до панелі також можна ввести тут.

Перемикачі та кнопки для роботи процесу

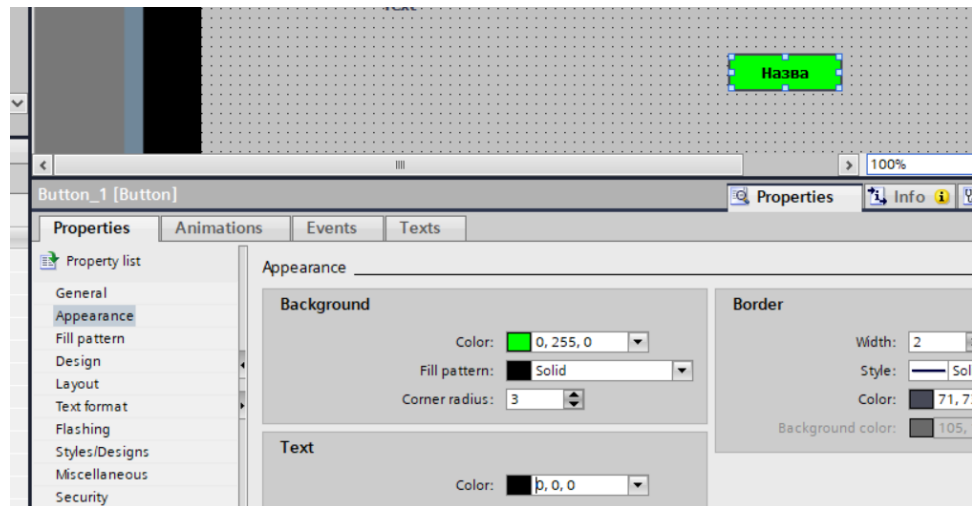
Для того, щоб реалізувати кнопку, скористайтеся перетягуванням, щоб перемістити об'єкт "Кнопка" з  "Елементи" в "Інструментах".



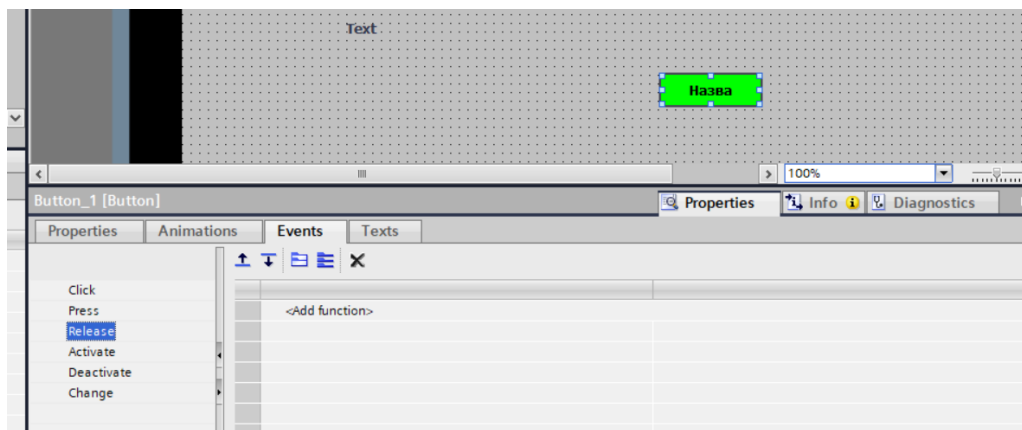
У розділі «Загальні» у розділі «Властивості» введіть «Назва» як мітку.



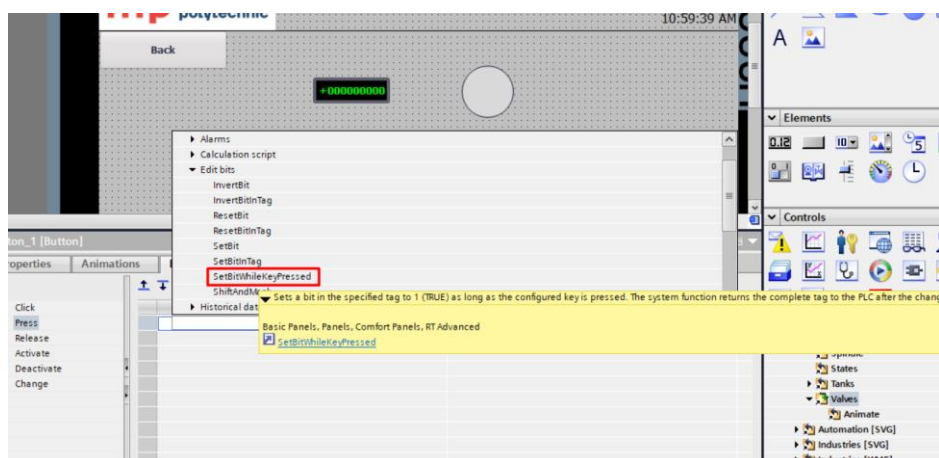
У розділі "Зовнішній вигляд" у розділі "Властивості" змініть "Колір" "Фону".



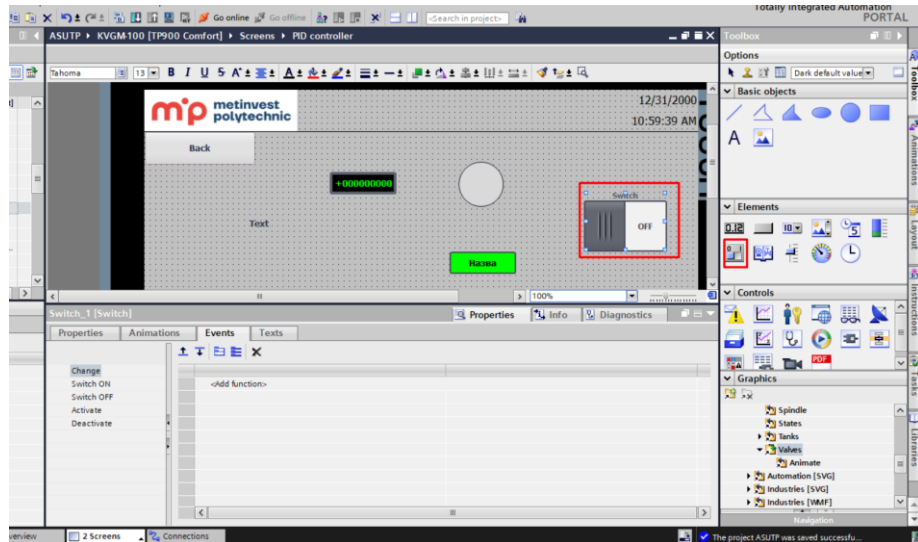
Тепер функціональність повинна бути налаштована як кнопка. Для цього перейдіть до меню «Події», виберіть «Натисніть» як подію та «Додати функцію».




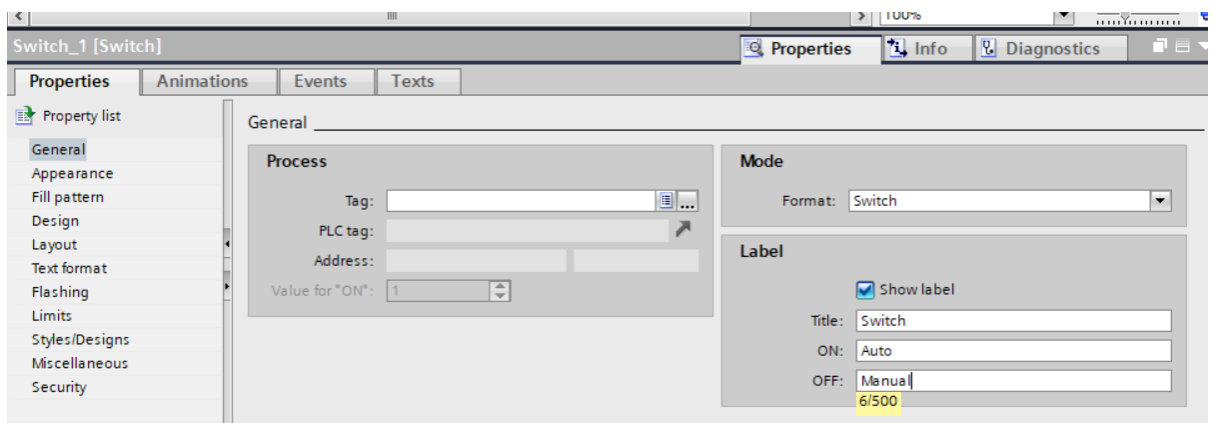
У розділі "System functions" виберіть "Бітова обробка" як функцію та виберіть там "SetBitWhileButtonPressed".




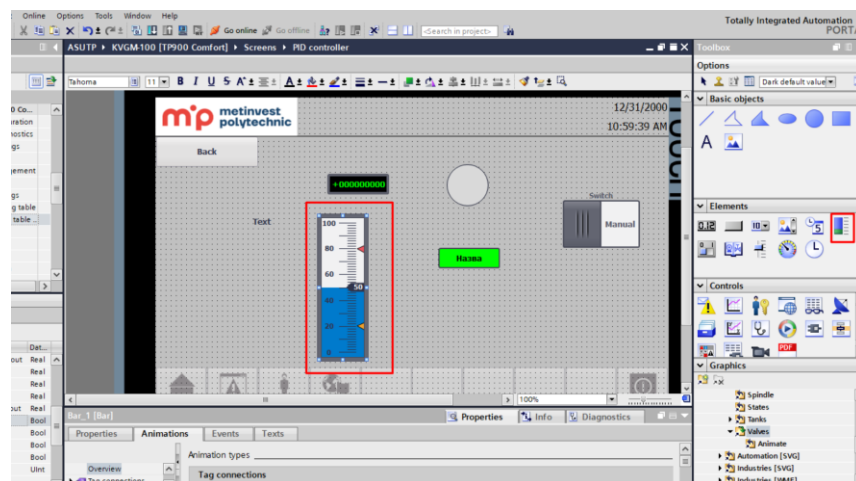
Для того, щоб реалізувати перемикання режимів, за допомогою drag-and-drop перемістіть об'єкт «Switch» з «Елементи» в «Інструментах».



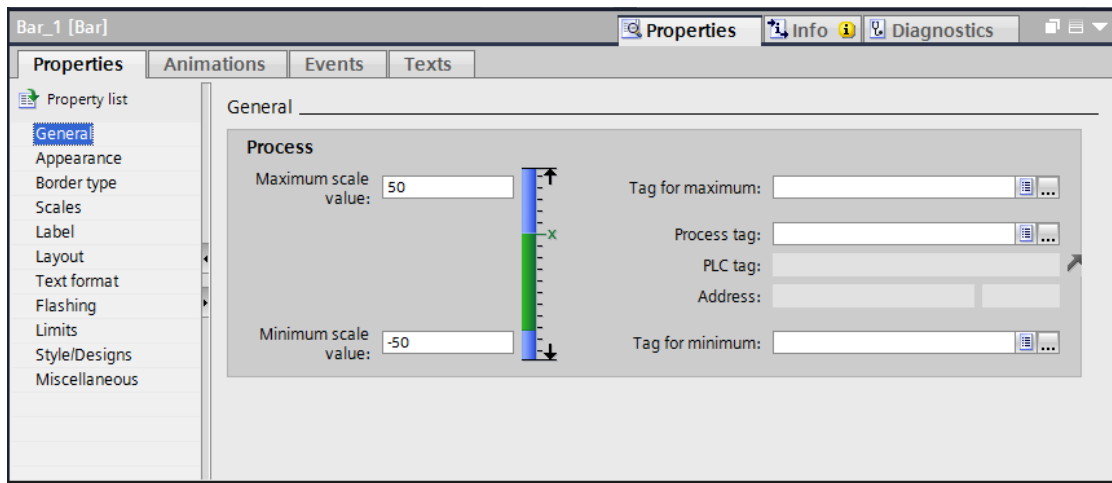
У розділі «Загальні» у «Властивості» виберіть опцію «Показати мітку»  . Далі введіть тексти «Auto» для стану «ON» і «Manual» для стану «OFF». Для підключення процесу використовується тег з блоку даних.



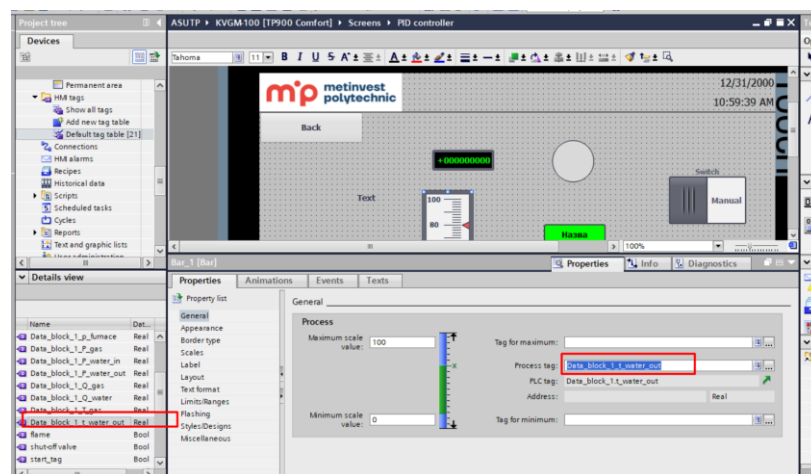
Гістограма. Для того, щоб графічно відобразити фактичне значення, за допомогою drag-and-drop перемістіть об'єкт "Bar" з  "Елементи" в "Інструментах" до центру екрану.



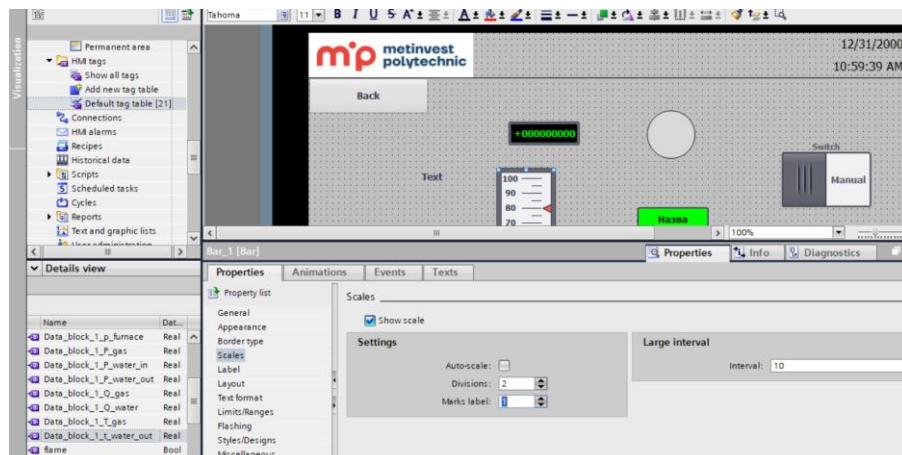
У розділі «Загальні» у розділі «Властивості» змініть «Максимальне значення шкали» на, а «Мінімальне значення шкали».



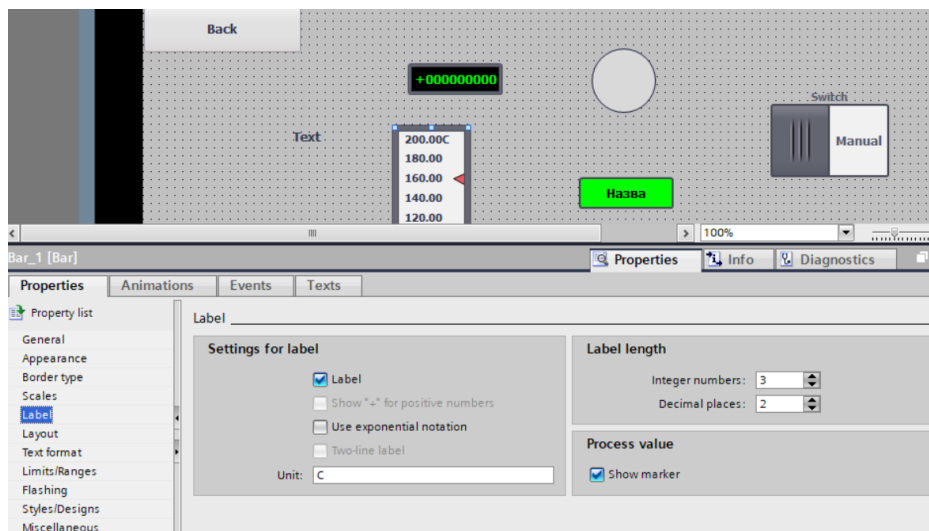
Для підключення процесу виберіть там блок "CPU_1". Потім перетягніть тег у поле "Тег процесу".



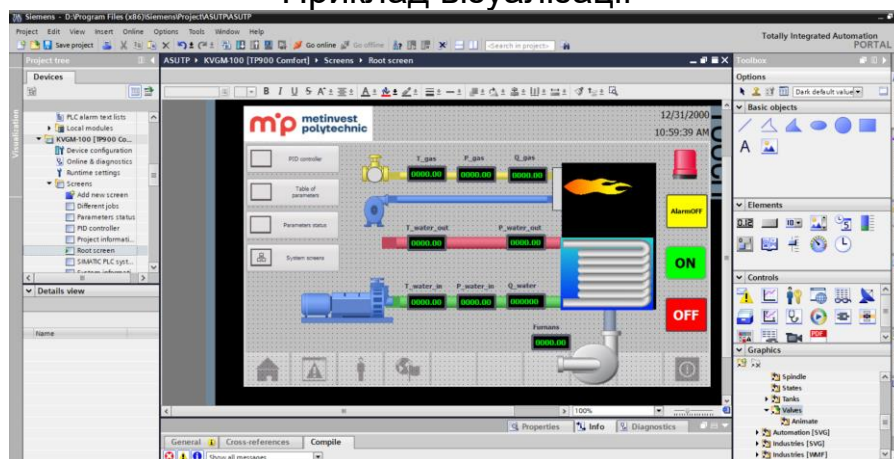
→ У розділі «Масштаби» у «Властивості» виберіть «Показати масштаб». У розділі "Підрозділи" виберіть 2. У розділі "Мітка" виберіть 1. У розділі «Інтервал» виберіть 10.

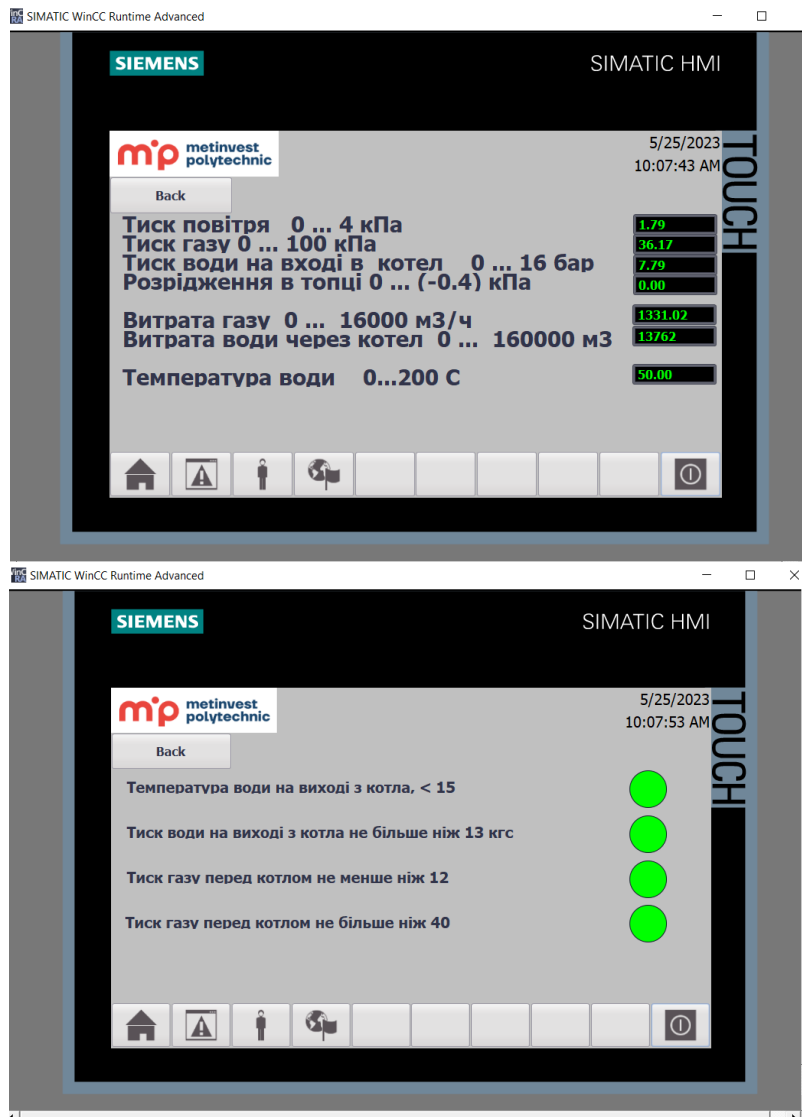


У розділі «Етикетка» у «Властивості» виберіть «Етикетка». У розділі "Одиниця" виберіть необхідну одиницю. У розділі "Десяткові розряди" виберіть.



Приклад візуалізації





Критерії оцінювання виконаної роботи:

Зміст звіту: у відповідності з прикладом, наведеним у теоретичній частині. Звіт оформлюється в Microsoft Word поточної версії та завантажується в Moodle. В звіт обов'язково необхідно додавати копії екрану монітора з поясненнями.

Критерії оцінювання виконаної роботи: знання принципів формування HMI, якість та правильна реалізації проекту, кількість реалізованих у проекті екранних форм.

Захист роботи. Після завантаження звіту у Moodle викладач перевіряє звіт. У випадку відсутності суттєвих помилок робота оцінюється 60% від максимально можливої кількості балів, що зазвичай наведена в семестровому графіку. Для підвищення оцінки здобувач повинен публічно захистити роботу.



КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Основні компоненти людино-машинного інтерфейса. *SIMATIC HMI Comfort Panels i WinCC*.
2. Основні конфігураційні дані для проекту в TIA Portal.
3. Планування структури екрану. Форматування виводу числових та символічних даних.
4. Використання кнопок управління, вікон введення-виведення.
5. Інтерфейс користувача WinCC та його використання.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Siemens Automation Cooperates with Education (SCE). Siemens. URL: <https://www.siemens.com/sce> (дата звернення: 07.07.2024).
2. Siemens : Sie Portal. URL: <https://sieportal.siemens.com> (дата звернення: 07.07.2024).
3. BELIMO. Електронний каталог всієї продукції BELIMO. URL: <http://belimo.com.ua/katalogi> (дата звернення: 07.07.2024).
4. СТАНДАРТ АСУ ТП 2.0. Вид. офіц. Київ : ТОВ «МЕТІНВЕСТ ДІДЖИТАЛ», 2020. 50 с.

ПРИКЛАД ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

**ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра АВЕРС**

**Звіт
з лабораторної роботи №_**

з навчальної дисципліни

**«АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ
ПРОЦЕСАМИ В ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ»**

Здобувача групи 174-ХХ-1м
Прізвище Ім'я По батькові

Керівник:
Проф., к.т.н.,

О.І. Сімкін

Кам'янське, 20ХХ



Навчально-методичне видання

Сімкін Олександр Ісакович

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ
ПРОЦЕСАМИ В ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОМУ ВРОБНИЦТВІ**

методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (ч.2, 2 сем.)

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції