

**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**

Кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем

Николайчук М.Я.

**ПРОЕКТУВАННЯ WEB-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ
УПРАВЛІННЯ**

Лабораторний практикум

для здобувачів спеціальності

174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка

Освітня програма «Системна інженерія – Інтернет речей»

2023

ЗМІСТ

с.

Правила виконання, оформлення і захисту лабораторних робіт, правила техніки безпеки	3
Лабораторна робота №1 ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ WEB-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ TIA PORTAL	3
Лабораторна робота №2 СТРУКТУРА І ФУНКЦІОНАЛЬНІСТЬ ПРОЕКТІВ WEB-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ	5
Лабораторна робота №3 КОНФІГУРУВАННЯ І ПАРАМЕТРУВАННЯ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ НА БАЗІ PLC SIMATIC S7	9
Лабораторна робота №4 ПРОЕКТУВАННЯ І ПАРАМЕТРУВАННЯ КОМУНІКАЦІЙНИХ З'ЄДНАНЬ У WEB-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ	20
Контрольні запитання до лабораторних робіт №1-4	27
Варіанти завдань до лабораторної роботи №1-4	28
Лабораторна робота №5 ОРГАНІЗАЦІЯ WEB-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ SCADA	29
Лабораторна робота №6 Організація WEB-інтерфейсу систем управління на базі SCADA	59
Контрольні запитання до лабораторних робіт №5-6	65
Варіанти завдань до лабораторної роботи №5-6	66
Перелік використаних джерел	68

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1-4

1 ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ WEB-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ TIA PORTAL

2 СТРУКТУРА І ФУНКЦІОНАЛЬНІСТЬ ПРОЕКТІВ WEB-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

3 КОНФІГУРУВАННЯ І ПАРАМЕТРУВАННЯ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ НА БАЗІ PLC SIMATIC S7

4 ПРОЕКТУВАННЯ І ПАРАМЕТРУВАННЯ КОМУНІКАЦІЙНИХ З'ЄДНАНЬ У WEB-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

Мета роботи: Здобути навички з проектування WEB-орієнтованих систем управління в програмному середовищі TIA PORTAL (Totally Integration Automation).

Ознайомитися зі складом, призначенням, функціональністю і технічними характеристиками, а також освоїти процедури інсталяції та налагодження інтерфейсу базового програмного пакету для розробки систем управління Simatic STEP 7 Professional TIA Portal і симулятора PLCSIM.

Навчитися конфігурувати і параметрувати апаратні засоби і комунікаційні з'єднання на базі PLC SIMATIC S7.

Інтегрувати в проект компоненти людино-машинного інтерфейсу (Simatic Basic Panel). Отримати навички створення і симуляції нового проекту в STEP 7 TIA Portal V17 на базі PLC S7-1200 і Simatic Basic Panel.

Завдання:

1) інсталяція і оновлення програмних модулів TIA Portal (STEP 7, WinCC і PLCSIM):

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109784440/simatic-step-7-incl-safety-s7-plcsim-and-wincc-v17-trial-download?dti=0&lc=en-US>.

2) встановити необхідні ліцензійні ключі для функціонування інсталюваних програмних модулів TIA Portal;

3) створити новий проект в STEP 7 Professional V17;

4) виконати конфігурацію апаратних засобів проекту;

5) виконати параметрування апаратних засобів проекту;

6) налагодити комунікаційне середовище проекту для комунікації між програматором-персональним комп'ютером (PG/PC) і PLCSIM;

7) створити тестову програму на мові FBD (Functional Block Diagram) інкрементного лічильника з коефіцієнтом перехунку «к» відповідно до варіанту індивідуального завдання;

8) завантажити проект в PLCSIM V17 і виконати симуляцію в режимі «on-line»;

9) інтегрувати в проект компоненти людино-машинного інтерфейсу (Simatic Basic Panel) відповідно до варіанту індивідуального завдання.

10) виконати на Basic Panel візуалізацію функціонування інкрементного лічильника використавши об'єкти «поле вводу/виводу - I/O Field» і «шкала - Bar»;

11) оформити лабораторну роботу відповідно до індивідуального завдання (в імені проекту використати аббревіатуру групи і прізвище – CI_22_1_Name).

Інструментарій і програмне забезпечення: робоча станція на базі OS Windows 10 (x64 Professional, Enterprises), OS Windows 11 (x64 Professional, Enterprises) TIA Portal V17 + PLCSIM V17.

Послідовність виконання роботи:

1) Результат інсталяції та оновлення програмних модулів TIA Portal (STEP 7, WinCC і PLCSIM) наведено на рис. 1.1.

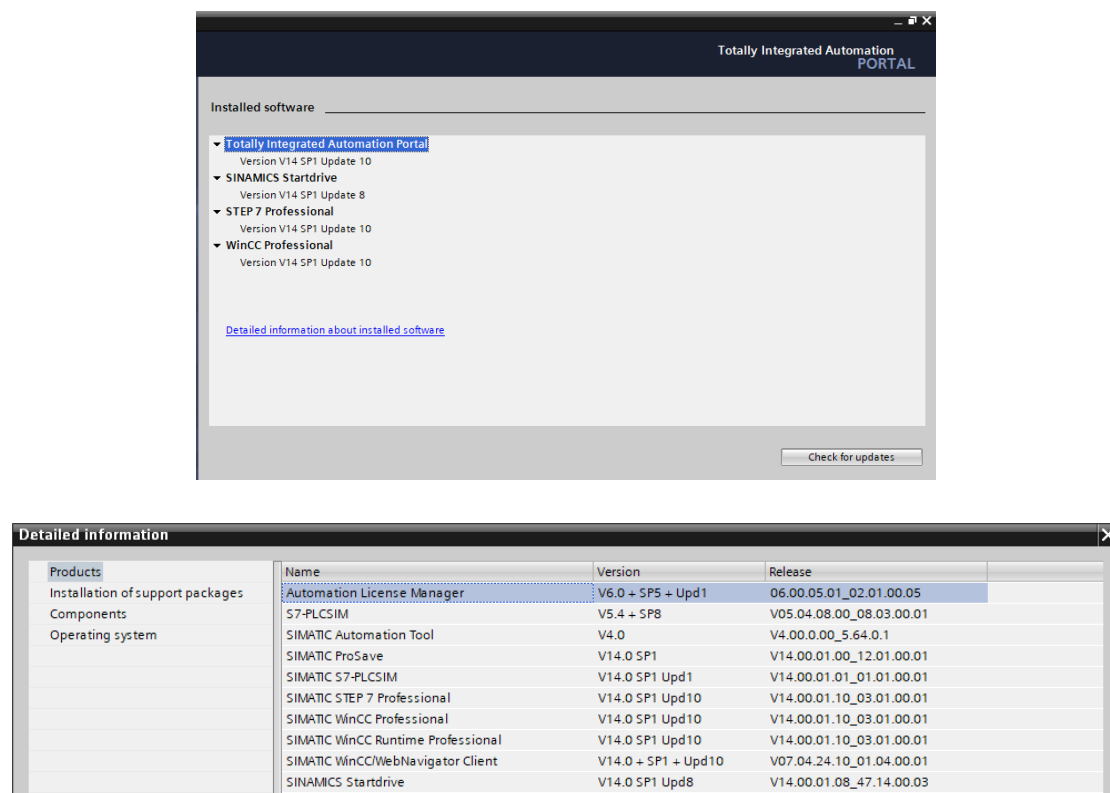


Рисунок 1.1 - Результат інсталяції та оновлення програмних модулів TIA Portal (STEP 7)

2) Інструкція з інсталяції програмного забезпечення TIA_Portal_STEP7_Prof_Safety_WINCC_Prof_V17 наведена на рис. 2.

Встановлення необхідних ліцензійних ключів для функціонування інсталюваних програмних модулів TIA Portal V17 (окрема інструкція).

ІНСТУКЦІЯ З ІНСТАЛЯЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ TIA_Portal_STEP7_Prof_Safety_WINCC_Prof_V17

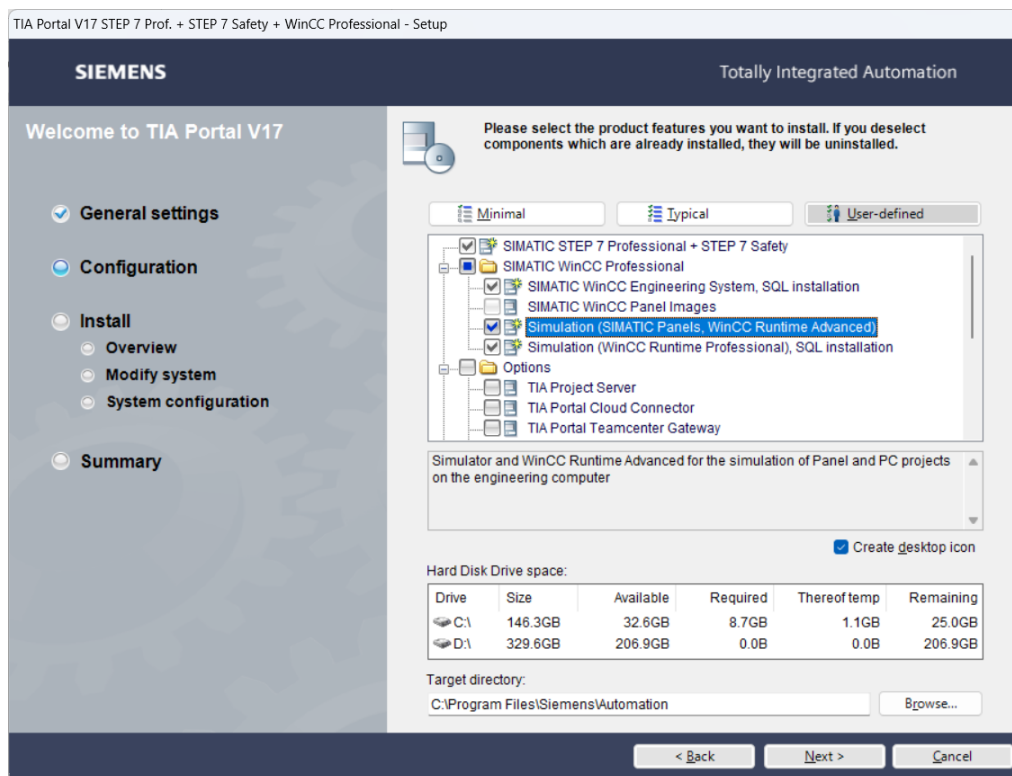


Рисунок 2.1 – Вибір компонентів для інсталяції (продовження на рис. 2.2)

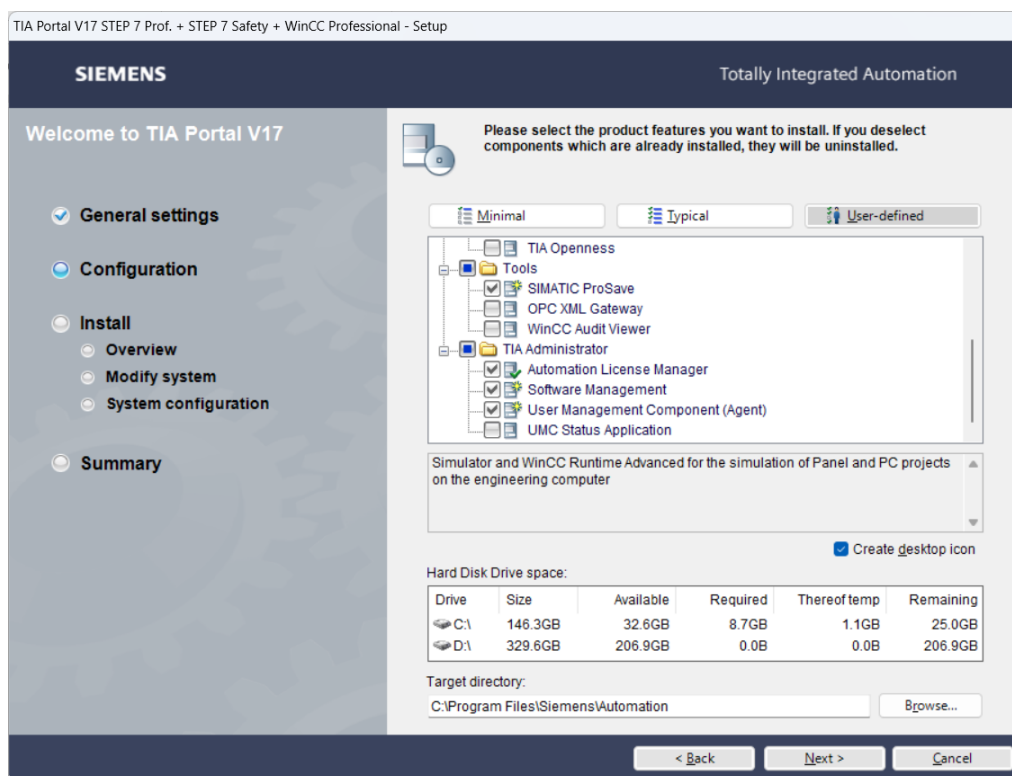


Рисунок 2.2 – Вибір компонентів для інсталяції (початок на рис. 2.1)

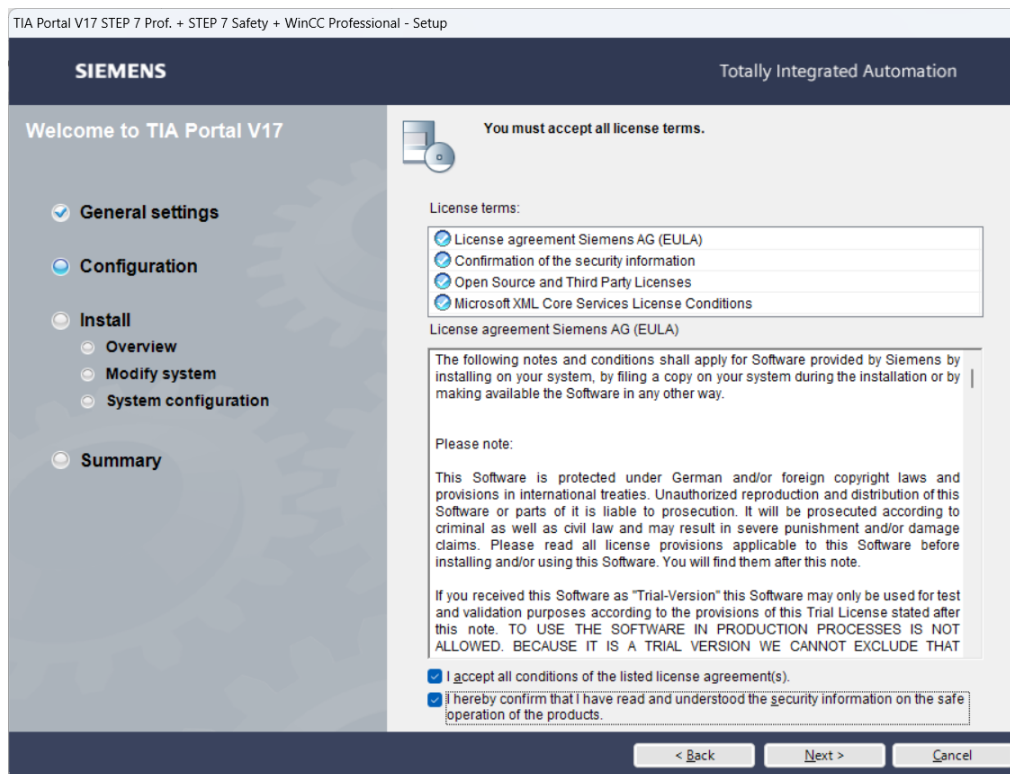


Рисунок 2.3 – Продовження інсталяції (підтвердження ліцензійної угоди)

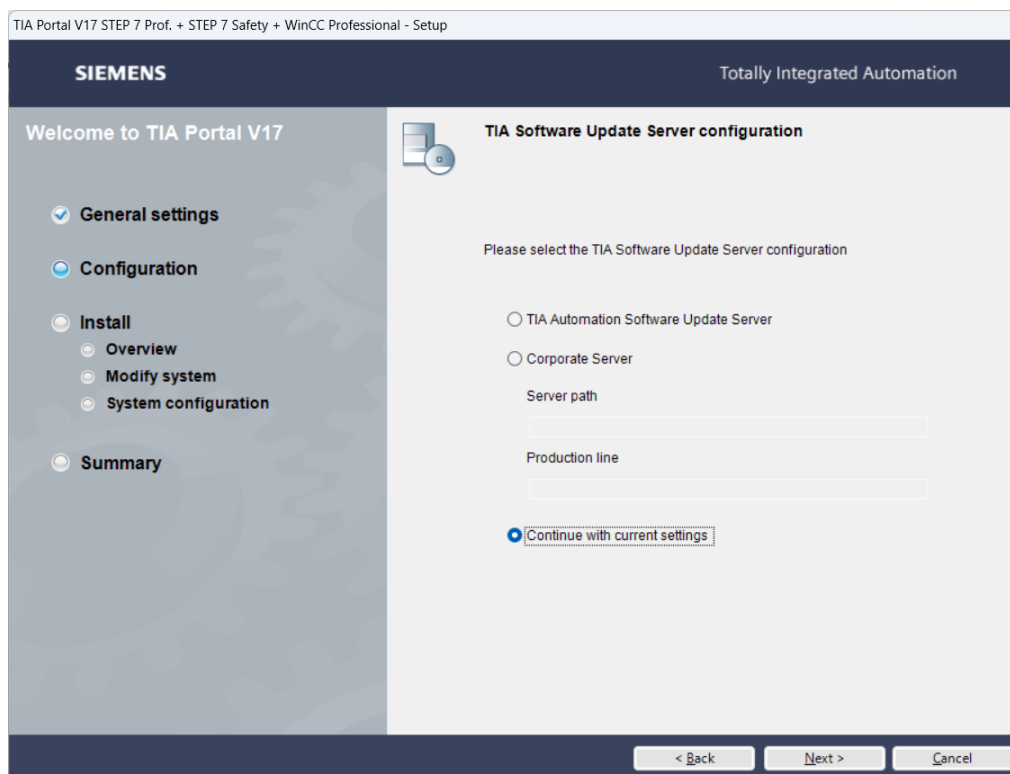


Рисунок 2.4 – Продовження процесу інсталяції

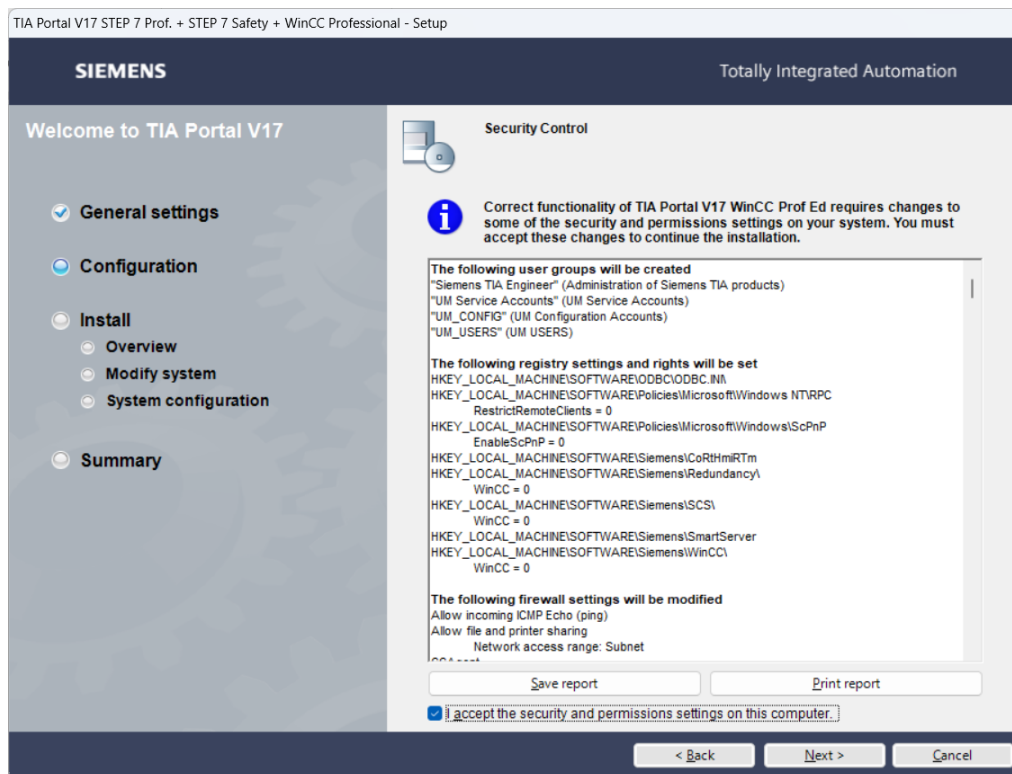


Рисунок 2.5 – Підтвердження змін в операційній системі в процесі інсталяції TIA_Portal_STEP7_Prof_Safety_WINCC_Prof_V17

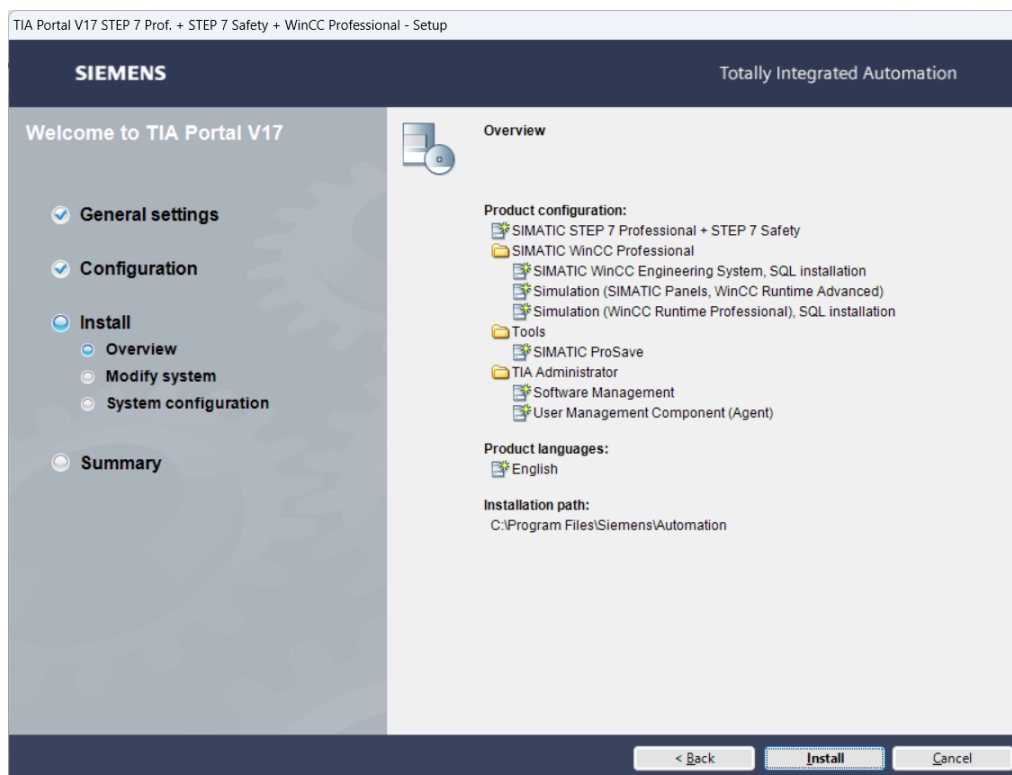


Рисунок 2.6 – Перелік компонентів TIA_Portal_STEP7_Prof_Safety_WINCC_Prof_V17 для інсталяції

ІНСТРУКЦІЯ З ІНСТАЛЯЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ SIMATIC_S7-PLCSIM_V17

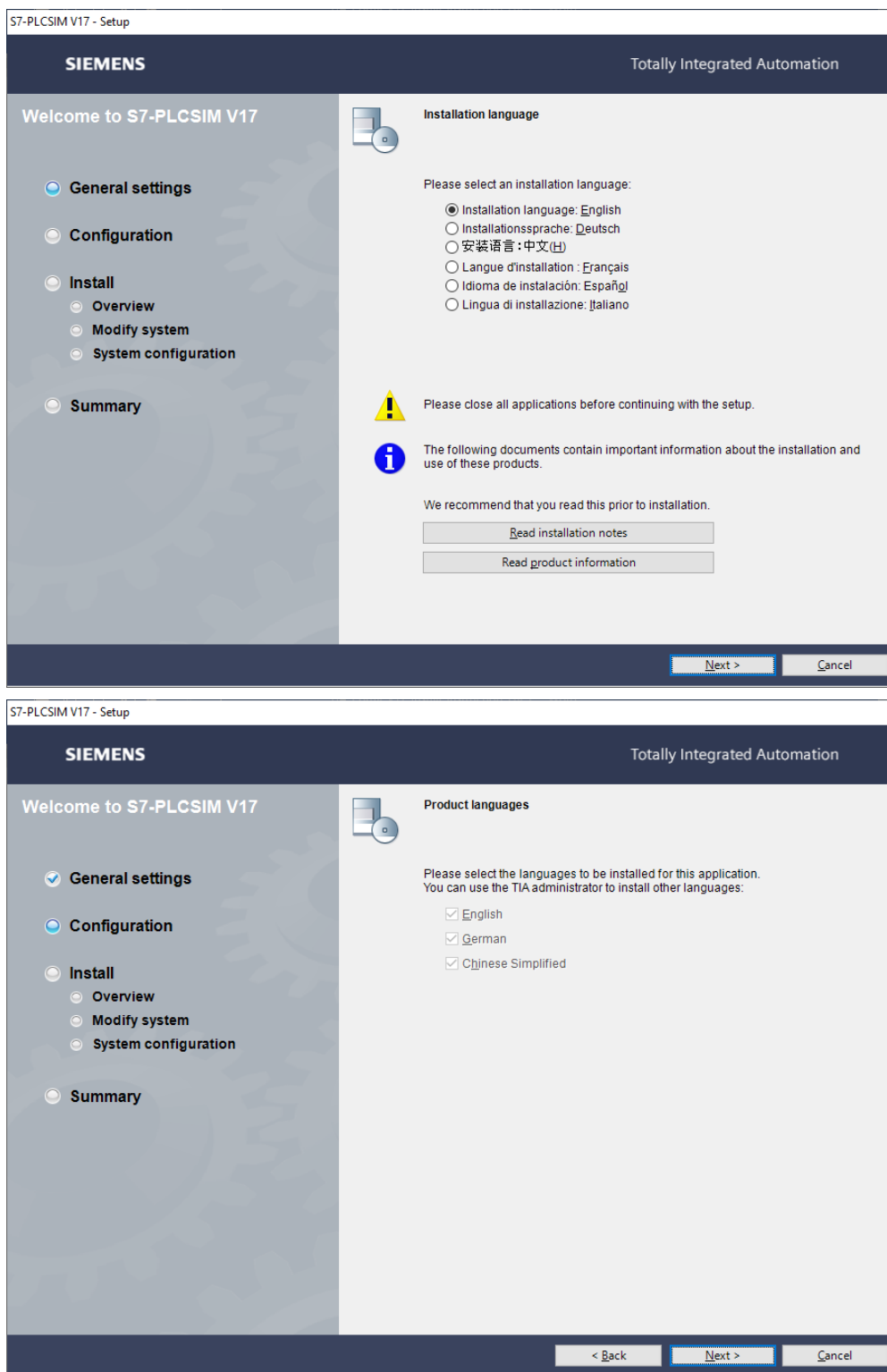


Рисунок 2.7 – Вибір мови інтерфейсу програмного пакету PLCSIM V17

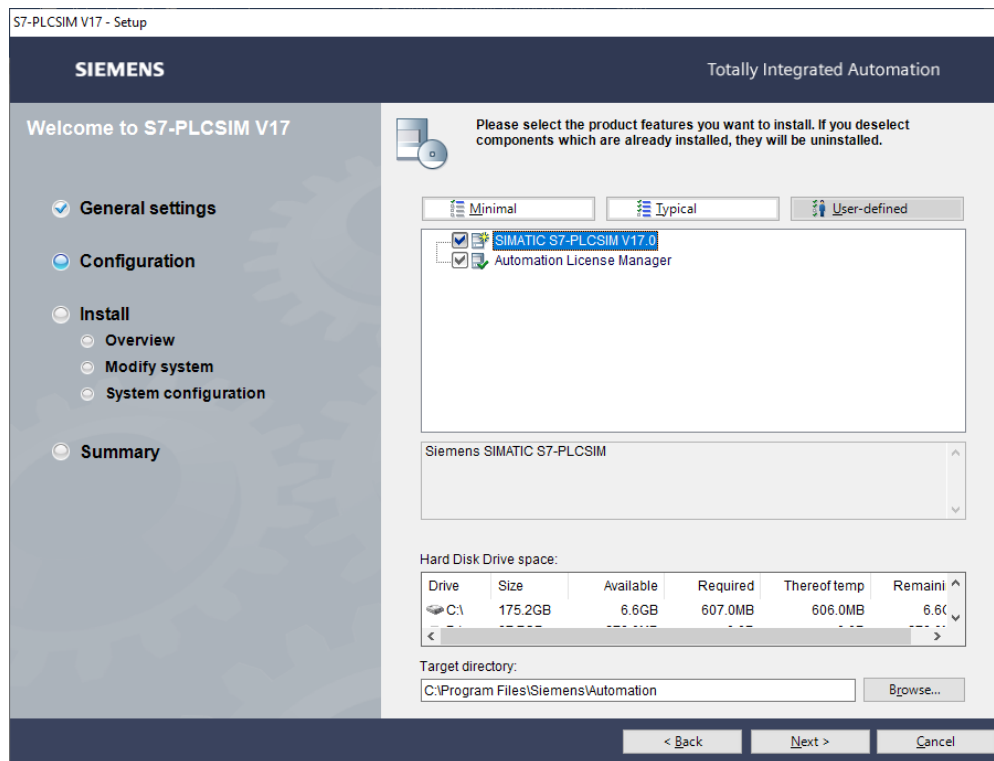


Рисунок 2.8 – Вибір компонентів для інсталяції програмного пакету PLCSIM V17

Додатково інстальювати відповідні Update:

- Totally_Integrated_Automation_Portal_V17_Upd7
- SIMATIC_S7-PLCSIM_V17_Upd7

3) Процедури створення нового проекту в STEP 7 Professional V17 наведені на рис. 3.1-3.4.

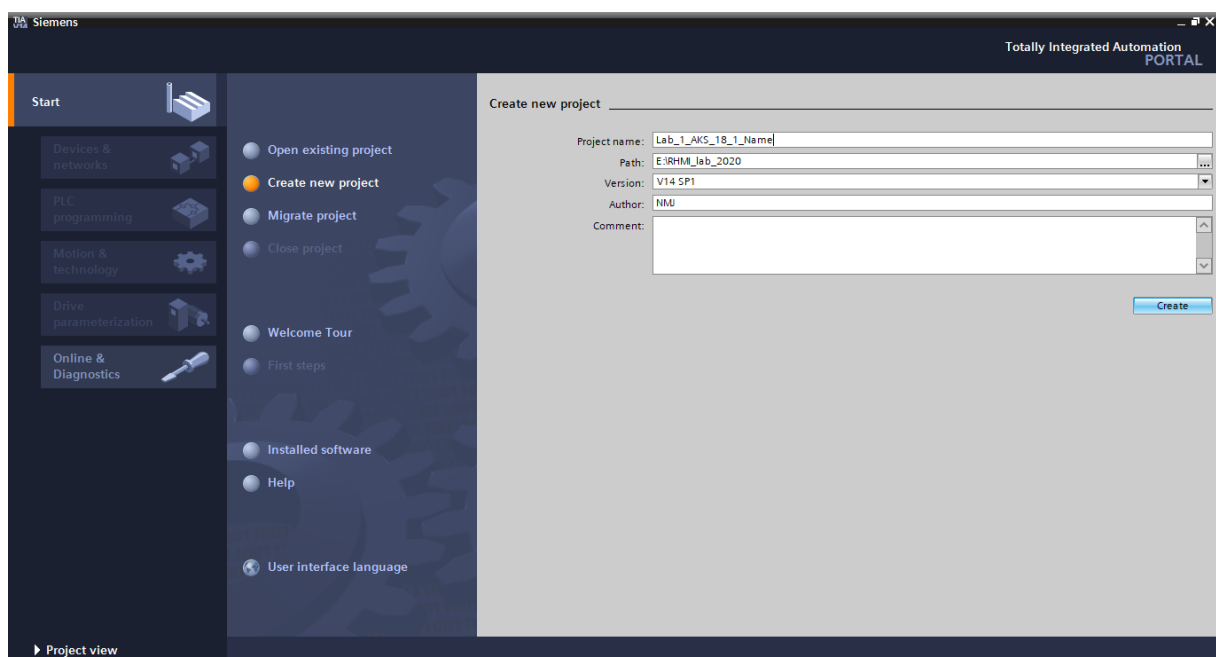


Рисунок 3.1 – Процедура створення нового проекту в програмному модулі STEP 7 V17

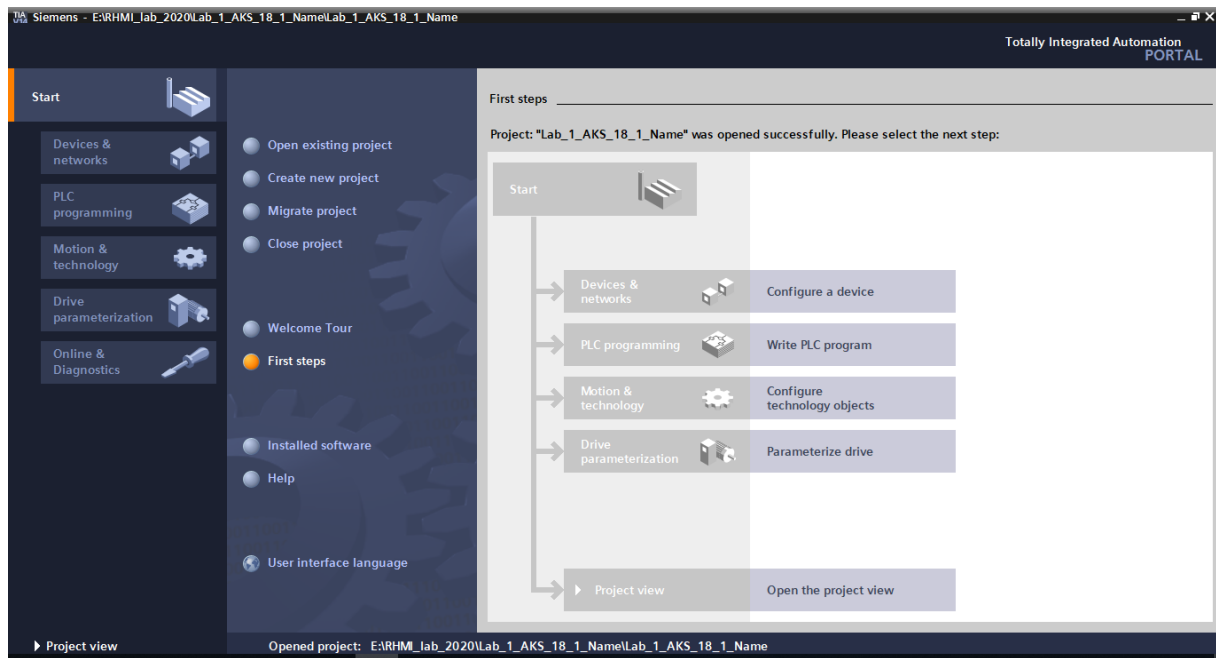


Рисунок 3.2 – Результат створення нового проекту в програмному модулі STEP 7 V17

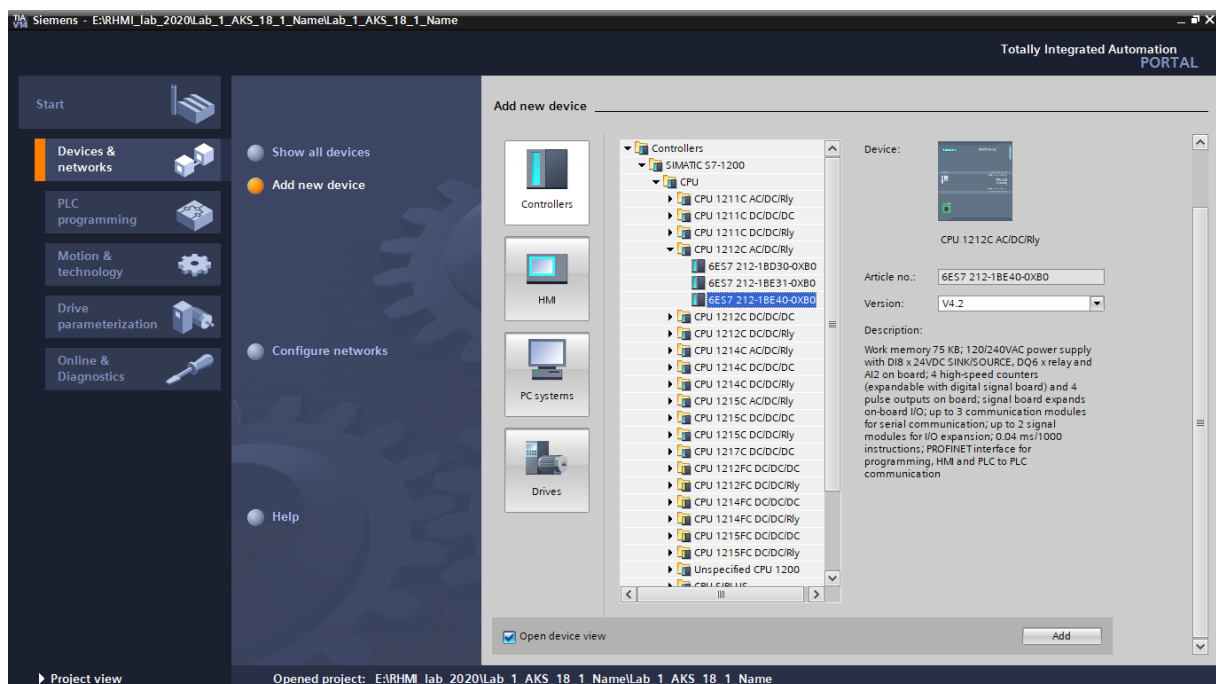


Рисунок 3.3 – Процедура вибору PLC Simatic S7-1200 (CPU 1212C AC/DC/Rly – Version V4.5)

Після вибору відповідного PLC Simatic S7-1200 – необхідно виконати команду «Add» і перейти в проектний інтерфейс (Project view).

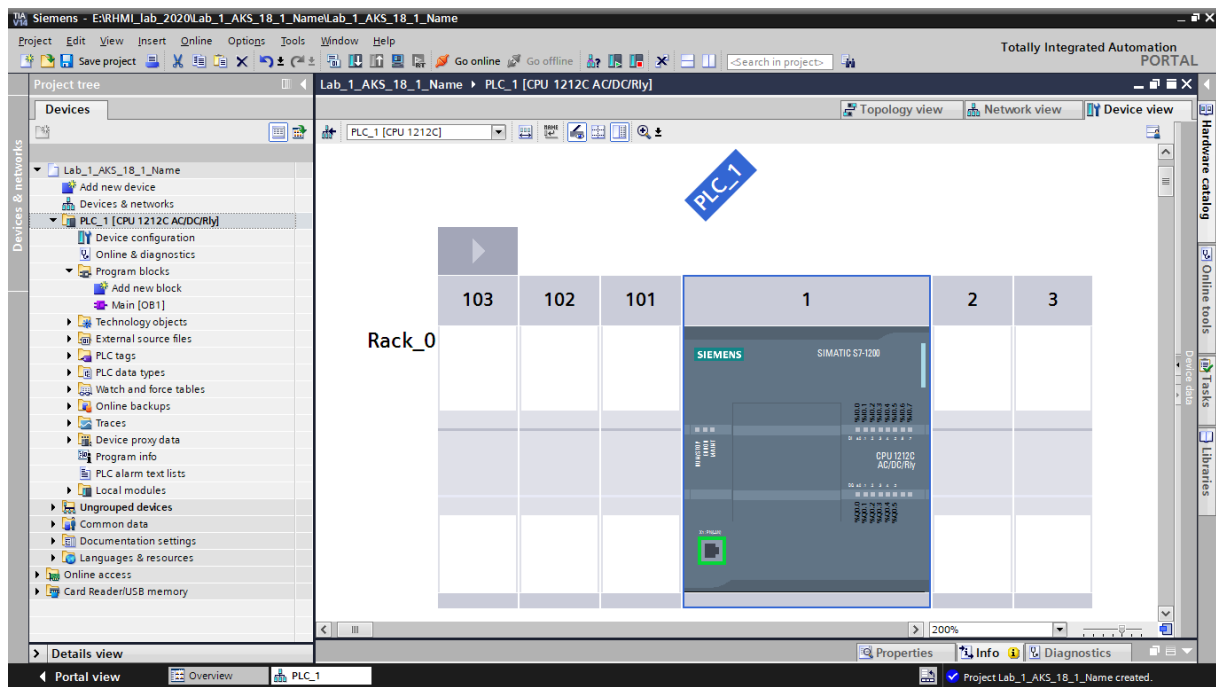


Рисунок 3.4 – Проектний інтерфейс STEP 7_V17

В проектному інтерфейсі зліва виводиться деревопроєкту (Project tree), робоча область по центру, каталог апаратних засобів (Hardware catalog) праворуч, зверху меню команд та інструментальна панель.

Процедури виконання конфігурації апаратних засобів PLC Simatic S7-1200 наведено на рис. 4.1-4.2. Конфігурація апаратних засобів полягає у встановленні необхідних апаратних модулів з (Hardware catalog), відповідно до реальної конфігурації системи (програмна копія чи програмне відображення).

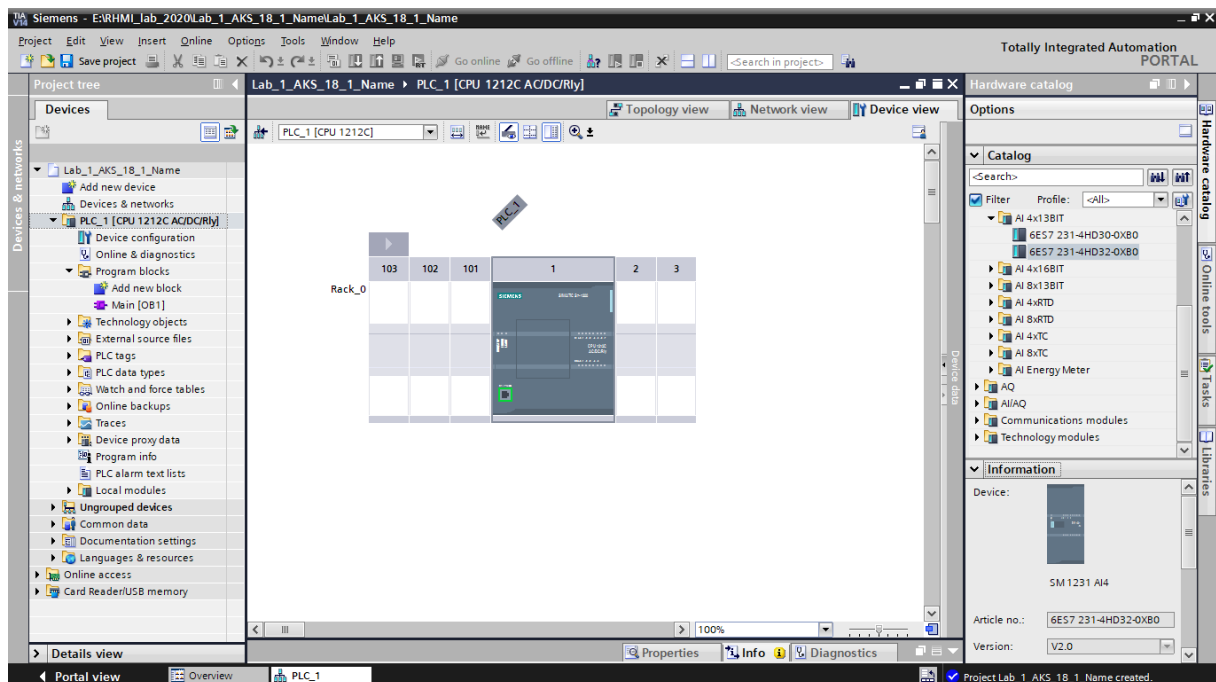


Рисунок 4.1 – Конфігурація апаратних засобів PLC Simatic S7-1200 з сигнальним модулем обробки аналогових сигналів SM 1231 (AI 4x13BIT)

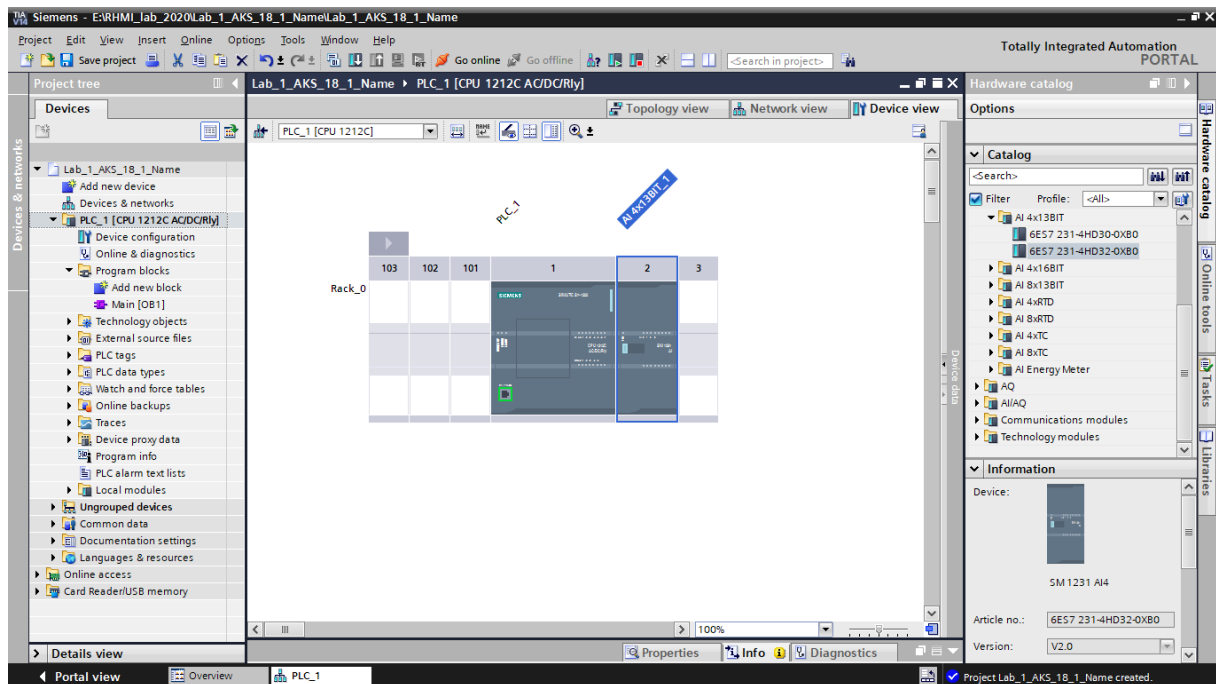


Рисунок 4.2 – Результат встановлення сигнального модуля обробки аналогових сигналів SM 1231 (AI 4x13BIT) в стійку PLC Simatic S7-1200

5) Параметрування апаратних засобів системи полягає у встановленні відповідних параметрів для PLC Simatic S7-1200 та інших апаратних модулів, відповідно до їх функціонального призначення та режимів роботи.

Для початку роботи, достатньо встановити наступні параметри PLC Simatic S7-1200 через команду «Properties» (рис. 5.1):

- системну пам'ять (System memory bits);
- таймерний байт (Clock memory bits).

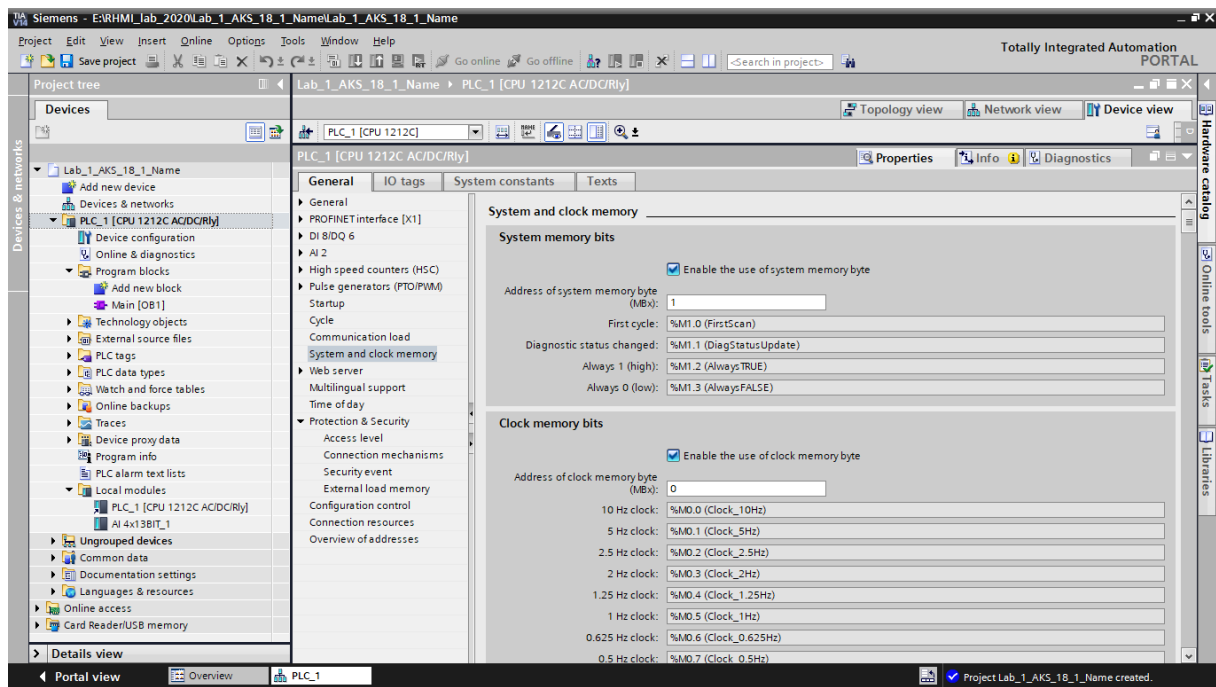


Рисунок 5.1 – Процес параметрування PLC Simatic S7-1200 шляхом активації (System memory bits і Clock memory bits)

На рис. 5.2 наведено процес параметрування сигнального модуля обробки аналогових сигналів SM 1231 (AI 4x13BIT).

Встановлюються наступні параметри:

- час інтегрування (Integration time);
- тип вимірювання (Measurement type) - можливі напруга і струм (Voltage і Current);
- діапазон вимірювання (Measurement range).

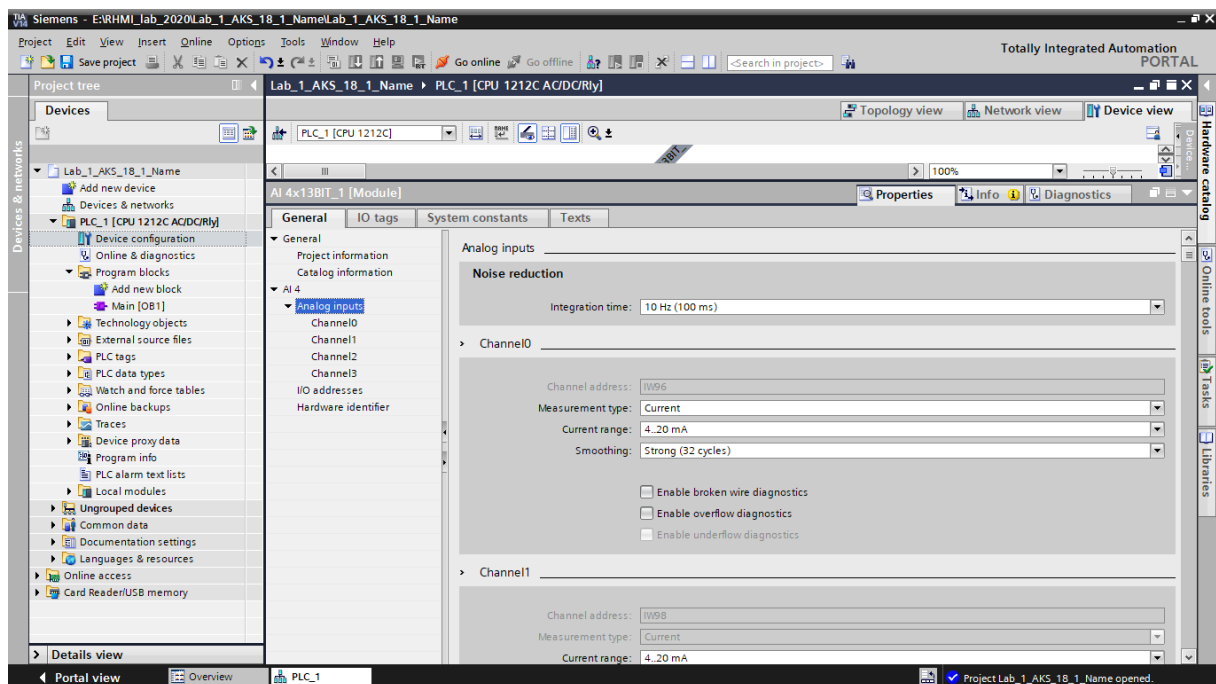
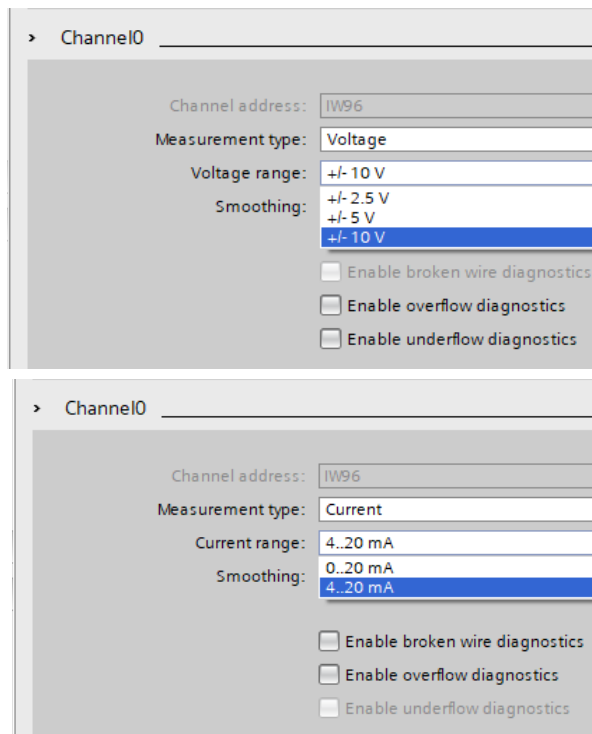


Рисунок 5.2 – Процес параметрування модуля обробки аналогових сигналів SM 1231 (AI 4x13BIT)

6) Процедури налагодження комунікаційного середовища проекту для комунікації між програматором-персональним комп'ютером (PG/PC) і симулятором PLCSIM V17 наведено на рис. 6.1-6.6.

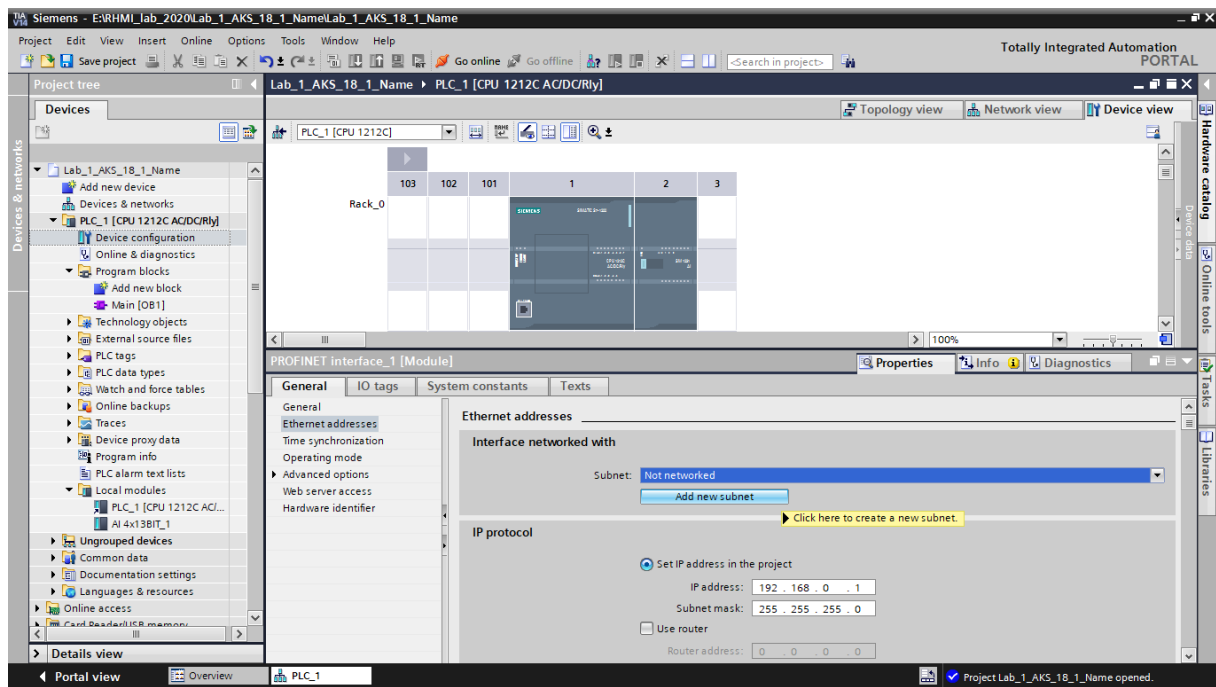


Рисунок 6.1 – Процес додавання нової підмережі (Add new subnet) в розділі параметрів PLC (Ethernet addresses) і визначення IP-адреси і маски підмережі (Set IP address in the project, Subnet mask)

Додатково можна визначити IP-адресу маршрутизатора (Router address).

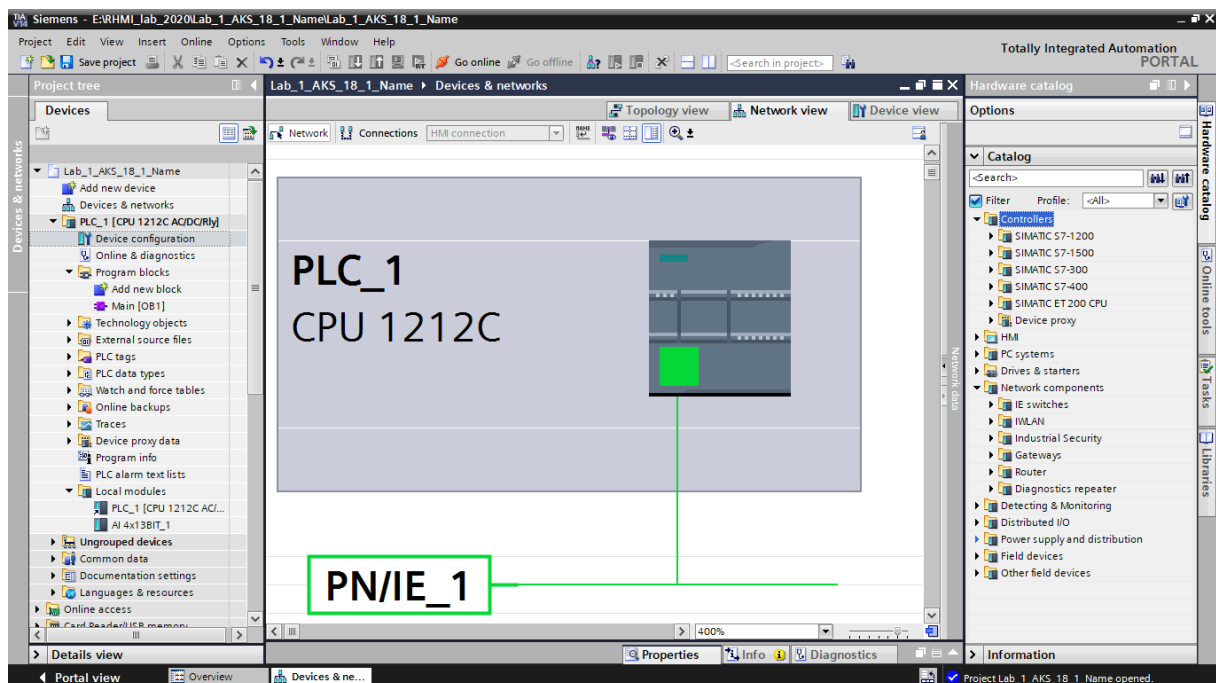


Рисунок 6.2 – Результат додавання нової підмережі PROFINET/Industrial Ethernet (PN/IE_1) в редакторі мереж «Network view»

Періодично проект необхідно компілювати і зберігати з рівня PLC (рівень виділений в дереві проекту див.рис. 6.3).

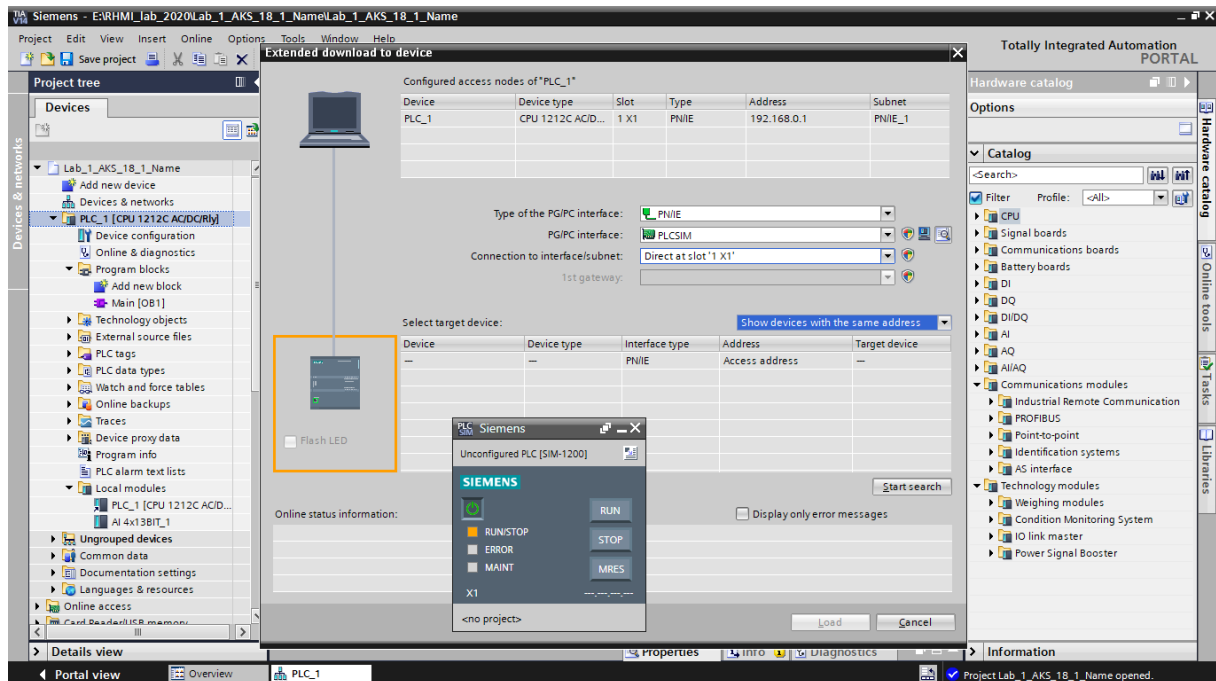


Рисунок 6.3 – Процес виконання команди «Start Simulation» в меню команд для завантаження проекту в симулятор PLCSIM V17

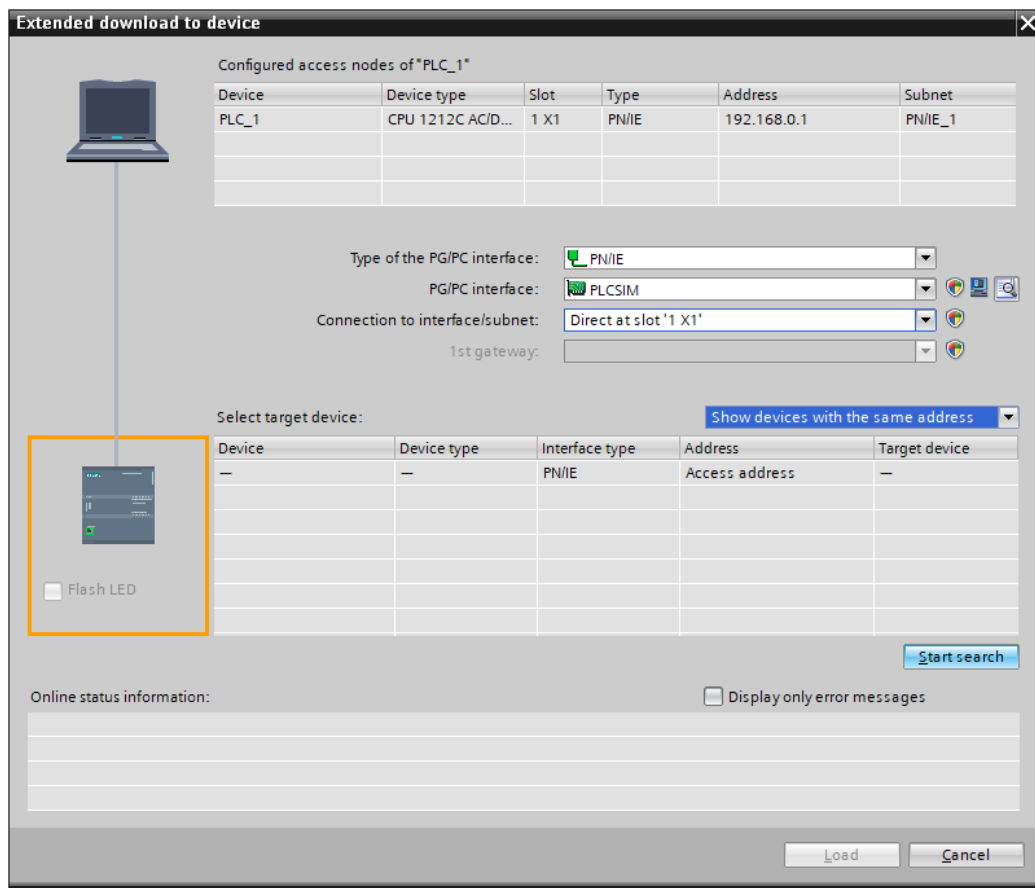


Рисунок 6.4 – Процес виконання команди «Start search» для пошуку доступних пристроїв для завантаження проекту

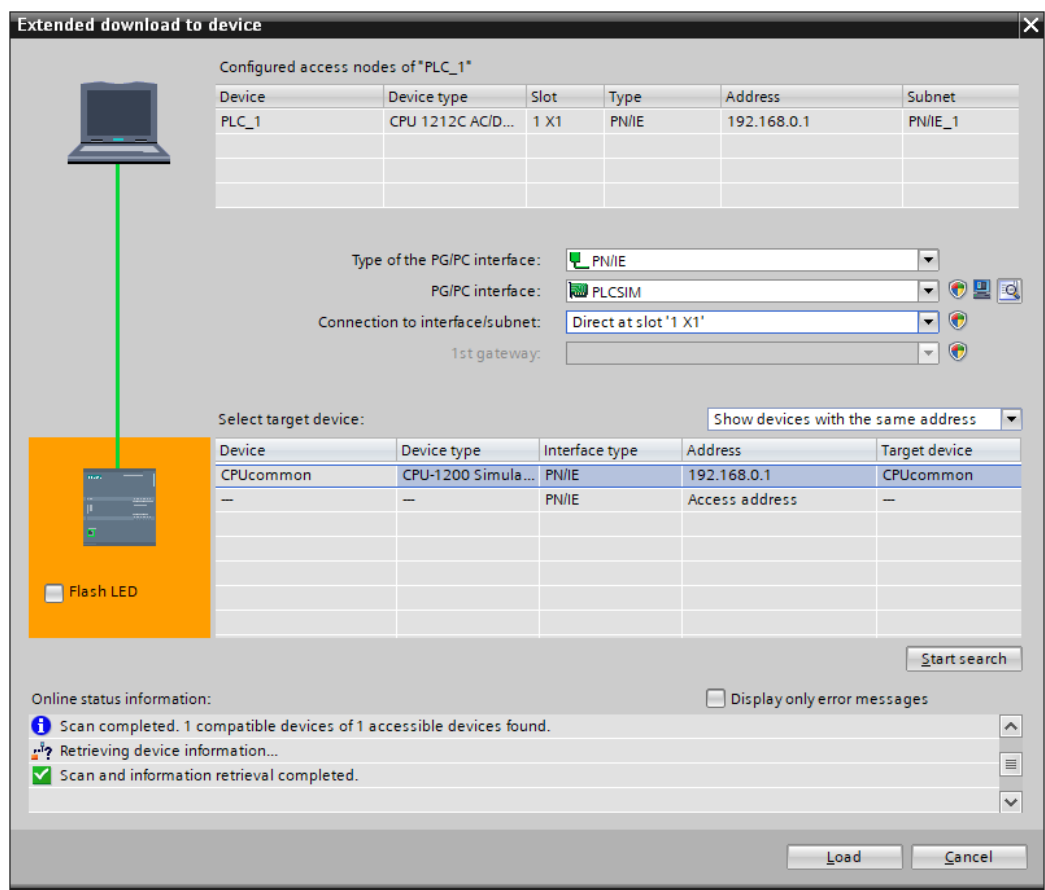


Рисунок 6.5 – Результат виконання команди «Start search» для пошуку доступних пристроїв для завантаження проекту PLCSIM V17

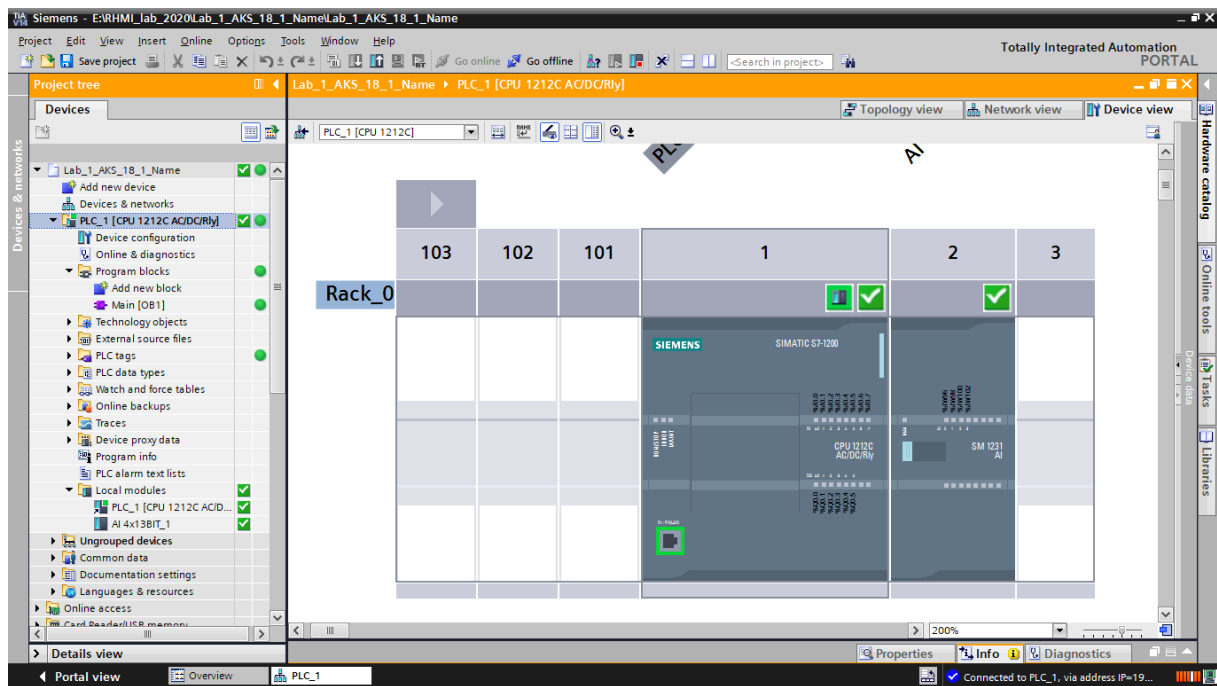


Рисунок 6.6 – Результат виконання команди «Go online» в меню команд після завантаження проекту в симулятор PLCSIM V17

7) Для створення тестової програми на мові FBD (Functional Block Diagramm) необхідно вибрати мову програмування FBD перед відкриттям організаційного блоку (Organization Block) OB1 в дереві проекту (рис. 7.1).

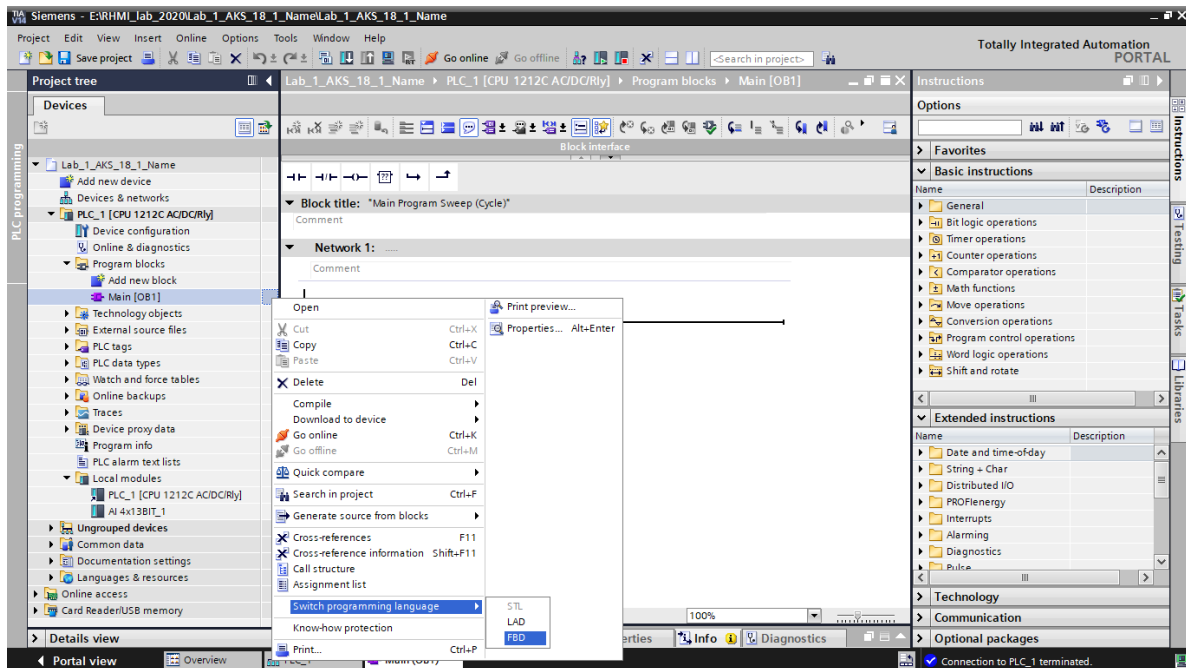


Рисунок 7.1 – Процес вибору мови програмування FBD перед відкриттям організаційного блоку (Organization Block) OB1 в дереві проекту

Результат відкриття організаційного блоку (Organization Block) OB1 в дереві проекту і бібліотеку інструкцій (Instruction) наведено на рис. 7.2.

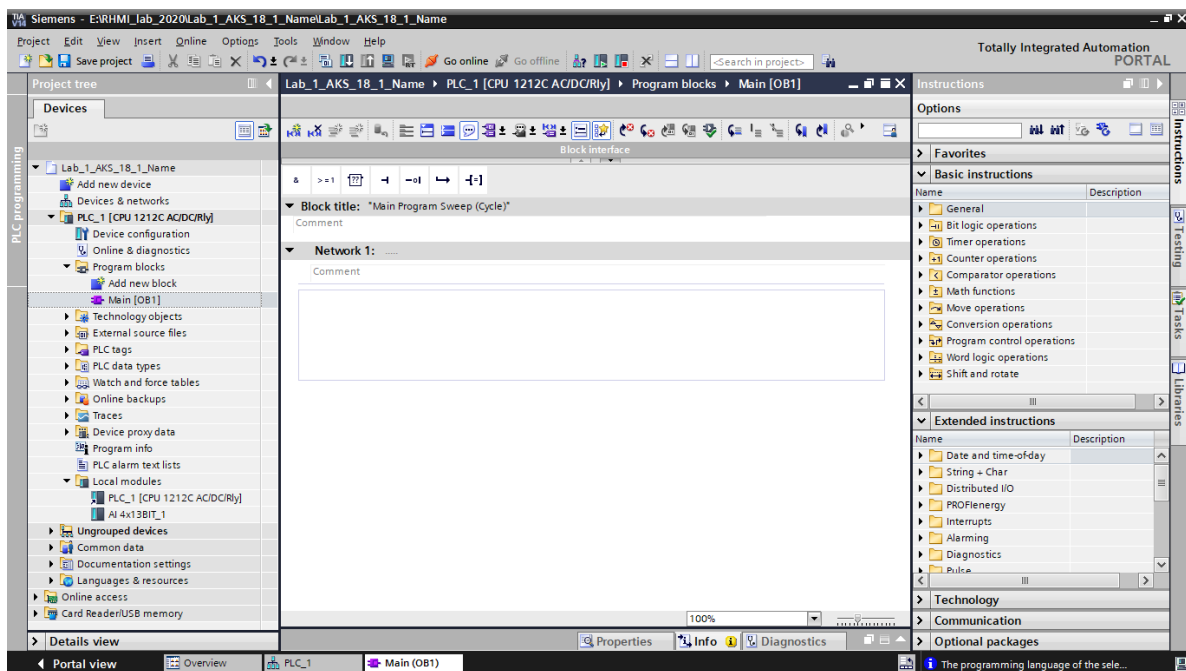


Рисунок 7.2 – Результат відкриття організаційного блоку (Organization Block) OB1 в дереві проекту

Для прикладу, створено прикладну програму інкрементного лічильника з визначеним коефіцієнтом перерахунку ($k=20$) (рис. 7.3).

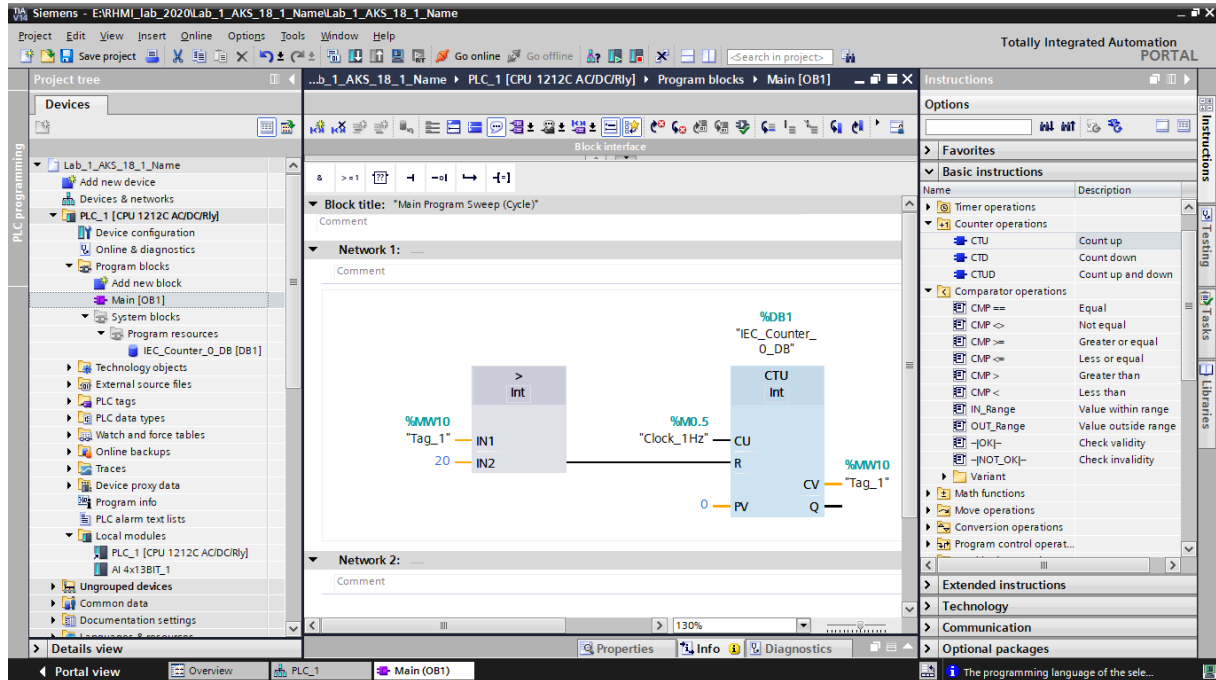


Рисунок 7.3 – Прикладна програма інкрементного лічильника з визначеним коефіцієнтом перерахунку ($k=20$)

8) На рис. 8.1 наведено прикладну програма інкрементного лічильника на мові FBD під час завантаження проекту в PLCSIM V17.

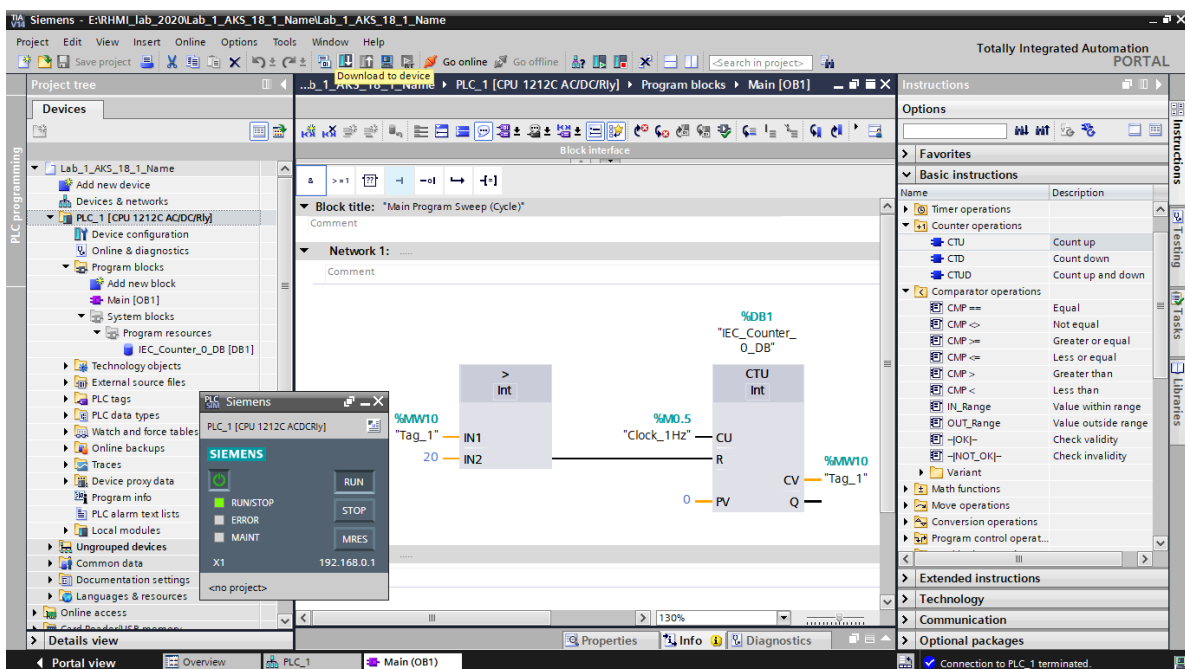


Рисунок 8.1 – Процес завантаження апаратної конфігурації і прикладної програми інкрементного лічильника на мові FBD в PLCSIM V17

На рис. 8.2 наведено прикладну програму інкрементного лічильника на мові FBD в режимі «on-line».

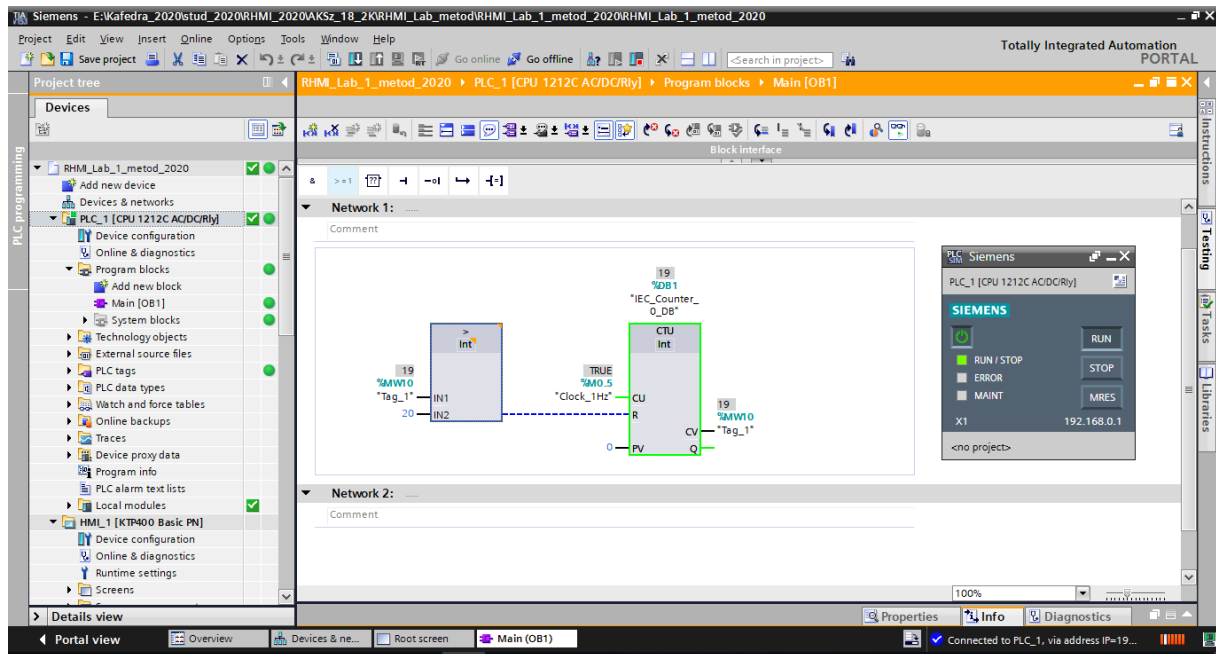


Рисунок 8.2 – Прикладна програма інкрементного лічильника на мові FBD в режимі «on-line»

9) інтеграція в проект компонентів людино-машинного інтерфейсу (Basic Panel - KTP400 Basic PN) наведена на рис. 9.1-9.9.

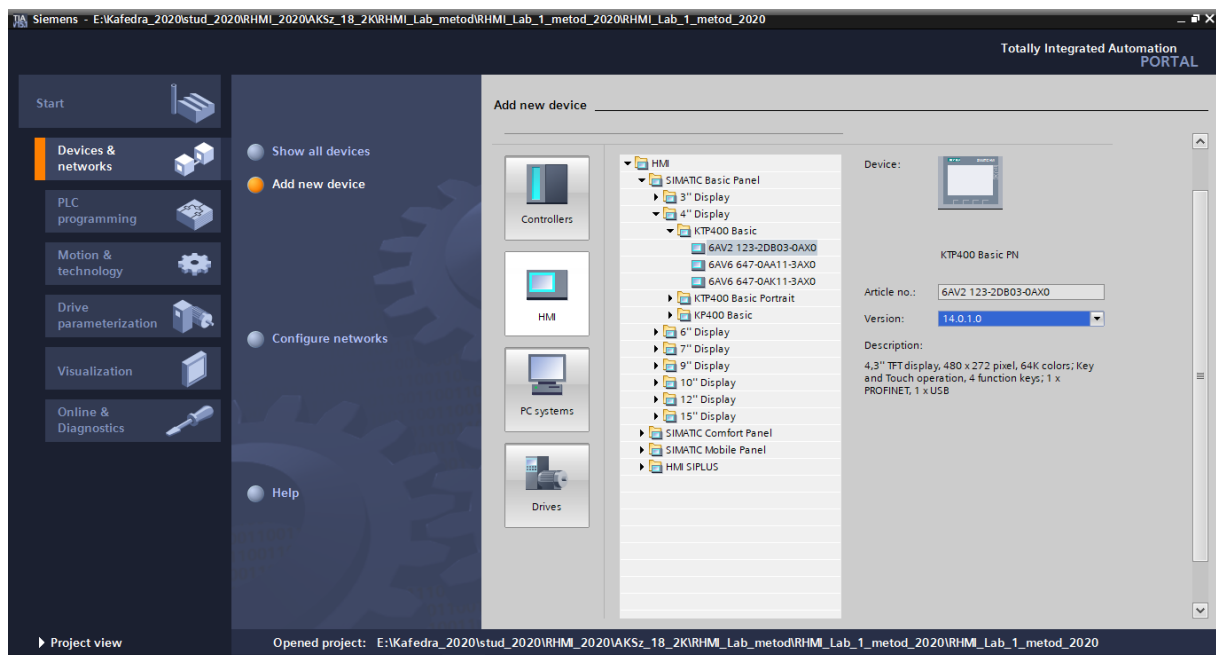


Рисунок 9.1 – Інтеграція в проект компонентів людино-машинного інтерфейсу KTP400 Basic PN (вибір операторної панелі)

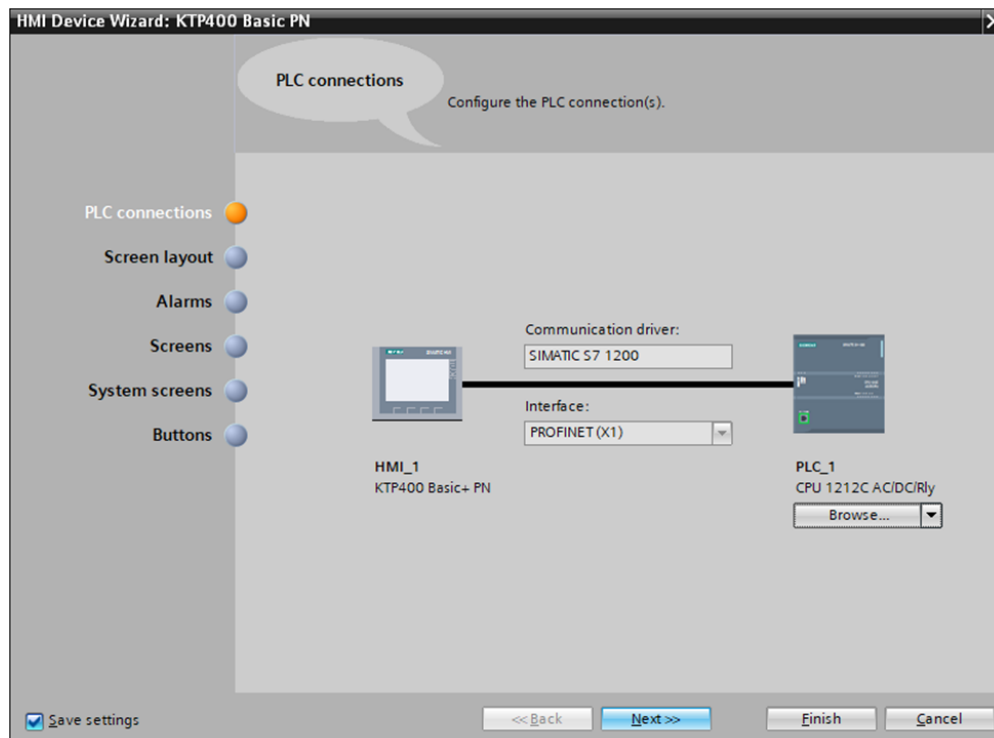


Рисунок 9.2 – Інтеграція в проект компонентів людино-машинного інтерфейсу KTP400 Basic PN (PLC connection – організація комунікації)

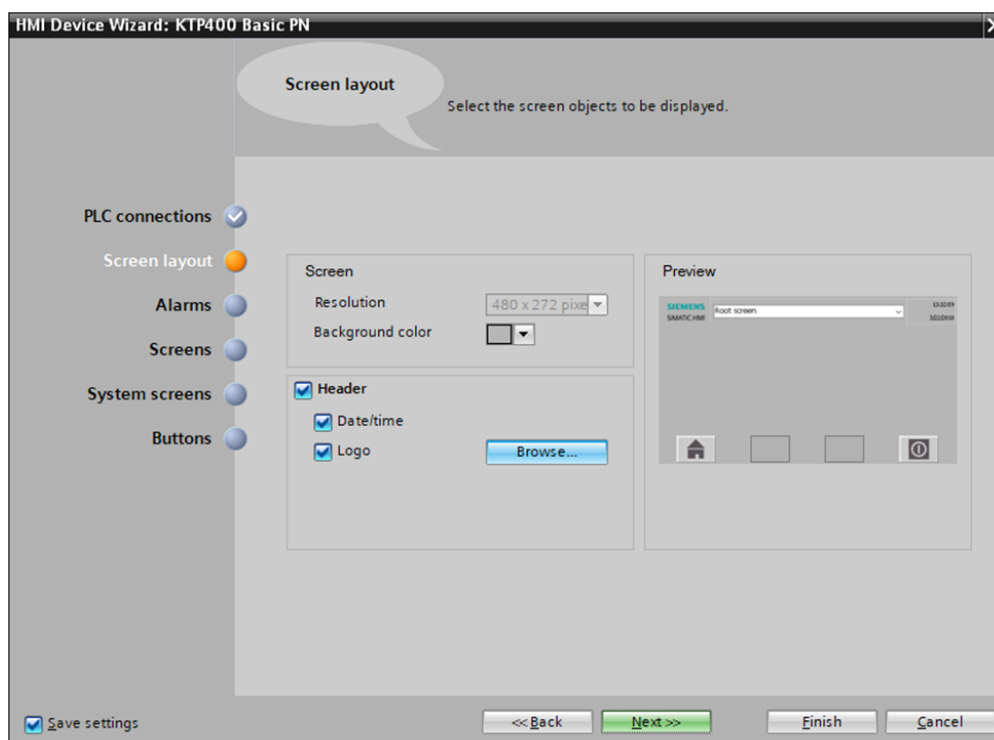


Рисунок 9.3 – Інтеграція в проект компонентів людино-машинного інтерфейсу KTP400 Basic PN (Screen layout – параметрування вікон)

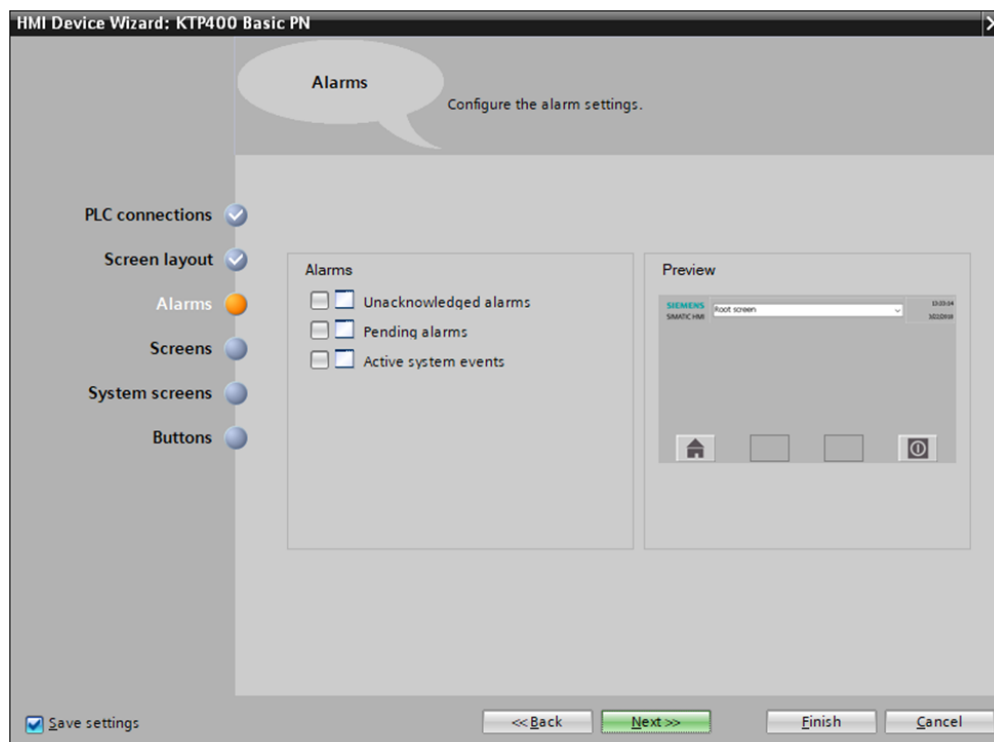


Рисунок 9.4 – Інтеграція в проект компонентів людино-машинного інтерфейсу KTP400 Basic PN (Alarm - параметрування сигналізацій)

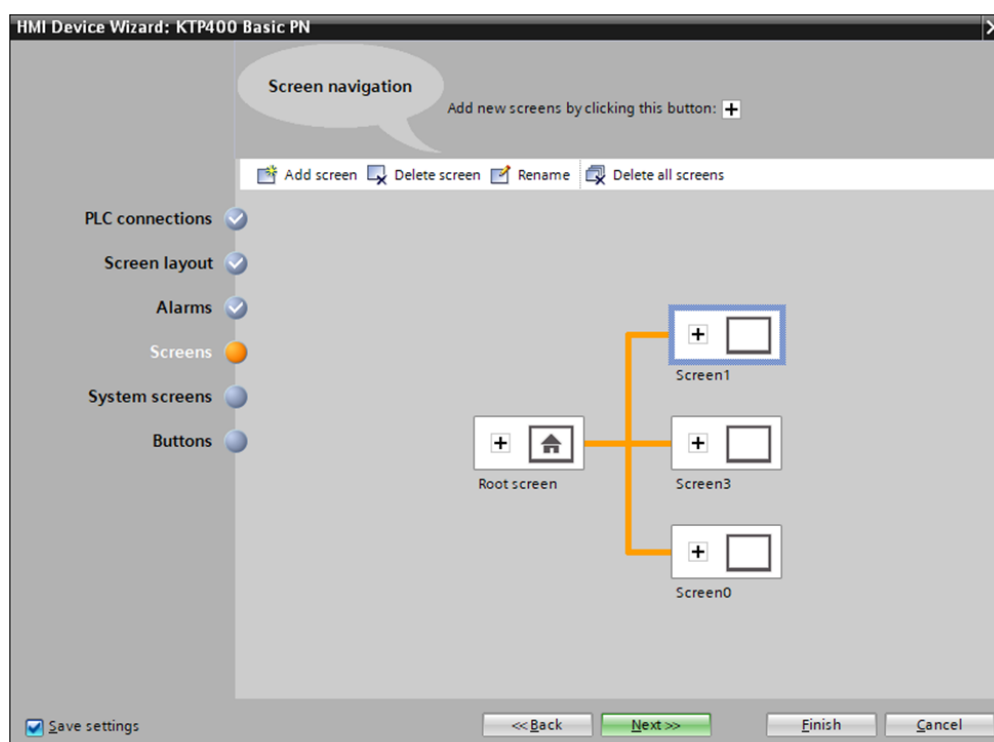


Рисунок 9.5 – Інтеграція в проект компонентів людино-машинного інтерфейсу KTP400 Basic PN (Screens – параметрування структури вікон)

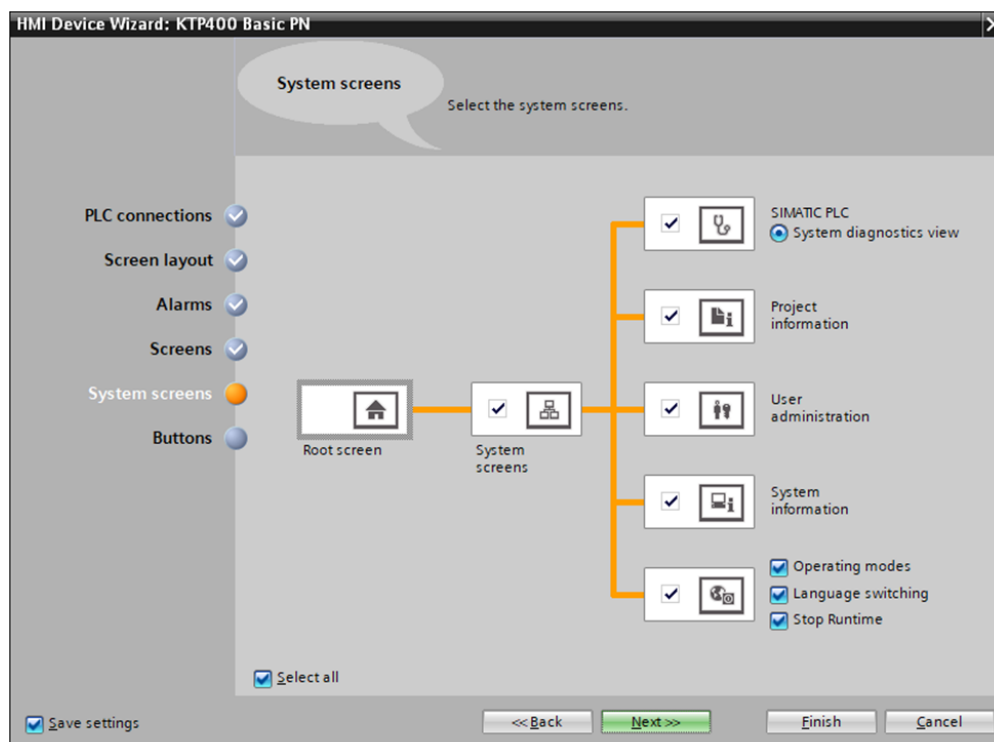


Рисунок 9.6 – Інтеграція в проект компонентів людино-машинного інтерфейсу KTP400 Basic PN (System screens – параметрування системних вікон)

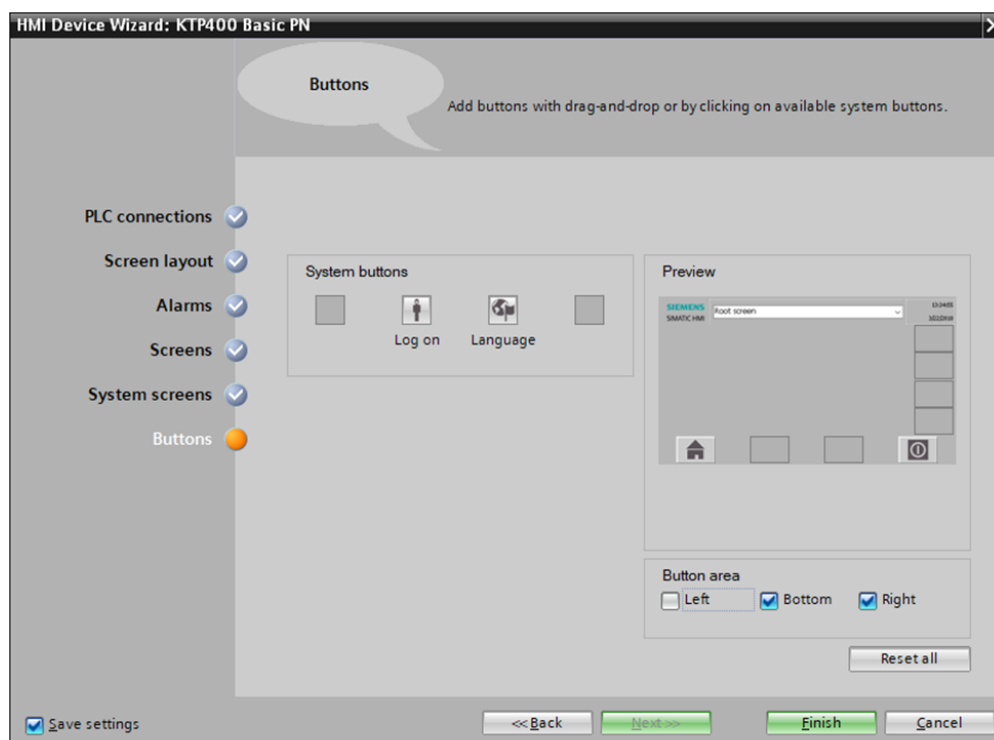


Рисунок 9.7 – Інтеграція в проект компонентів людино-машинного інтерфейсу KTP400 Basic PN (Buttons – параметрування кнопок)

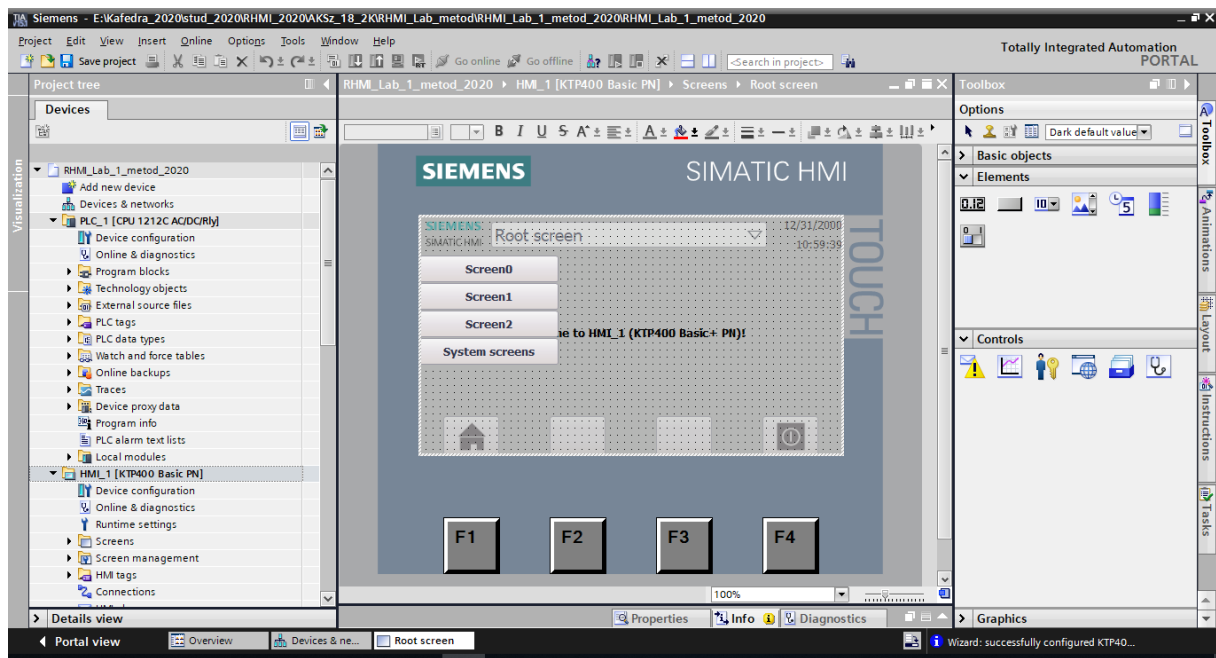


Рисунок 9.8 – Сконфігурована операторна панель KTP400 Basic PN в проєкті STEP7 (HMI_1 [KTP400 Basic PN])

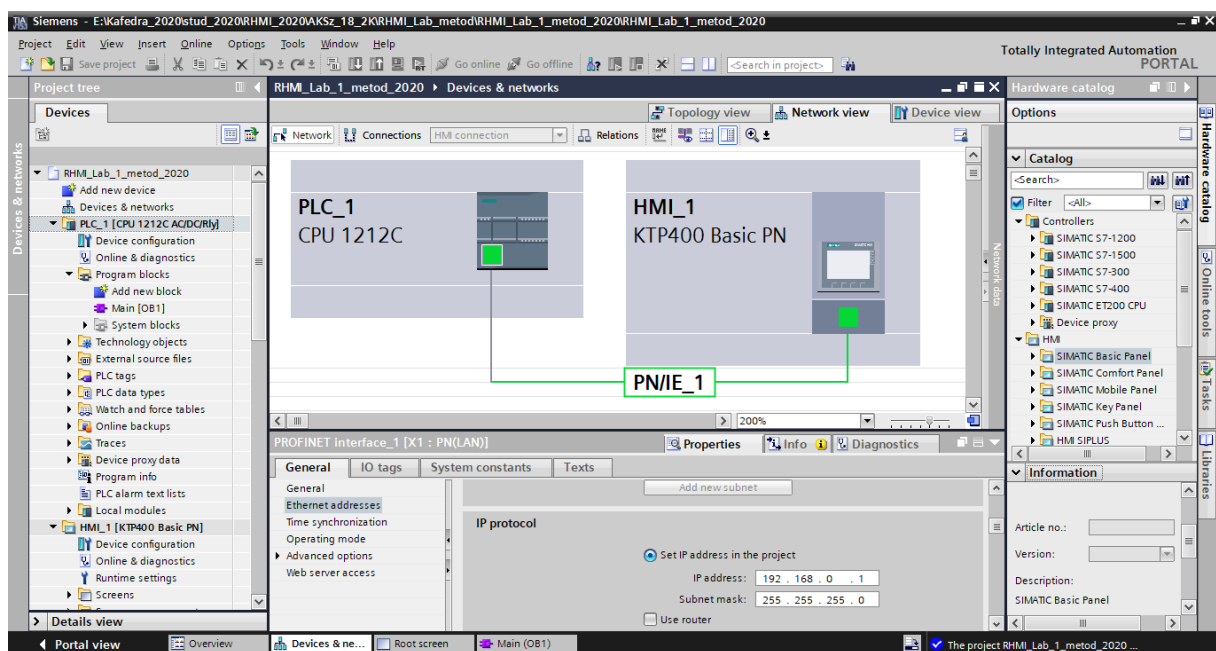


Рисунок 9.9 - Організація комунікаційного з'єднання між KTP400 Basic PN і PLC_1 в модулі «Network view»

10) візуалізація на Basic Panel функціонування інкрементного лічильника з об'єктами «поле вводу/виводу - I/O Field» і «шкала - Bar» наведено на рис. 10.1-10.6.

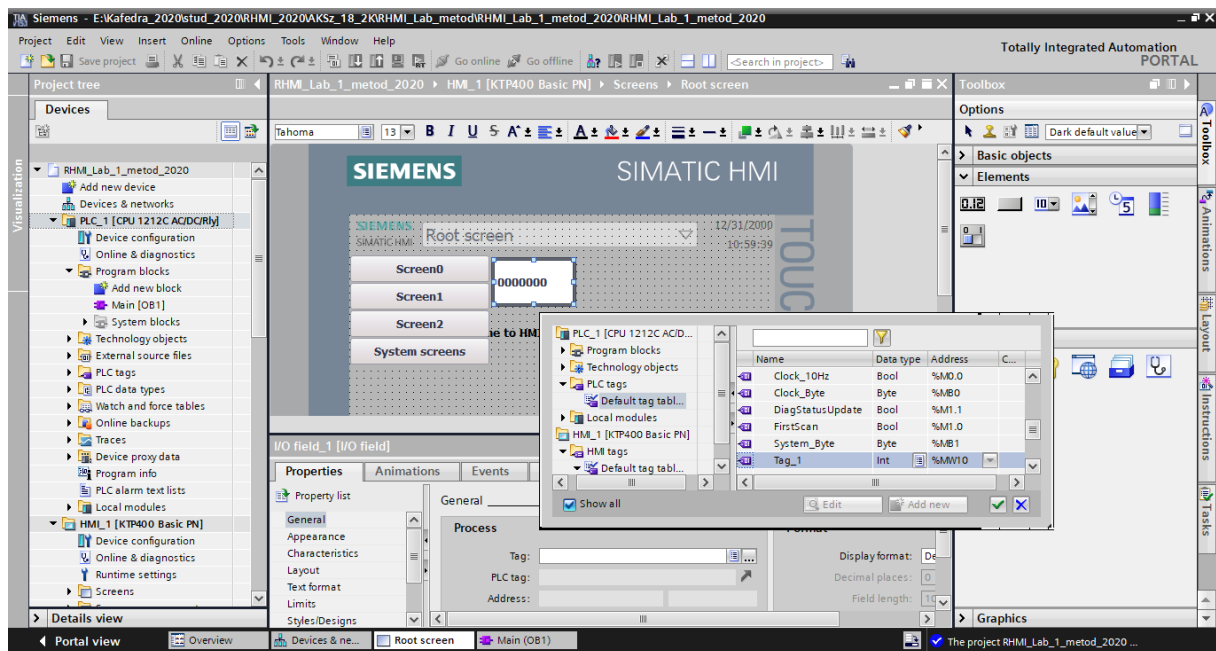


Рисунок 10.1 – Створення об'єкту «поле вводу/виводу - I/O Field» і прив'язка до тегу (Tag_1, Int, MW10)

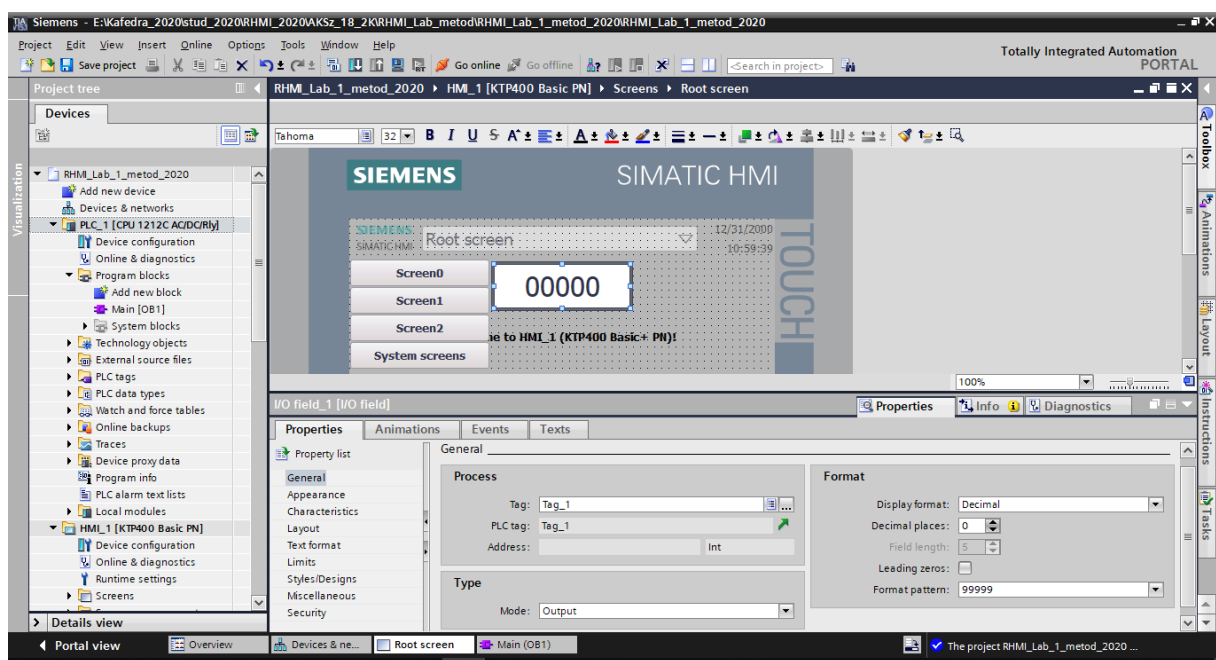


Рисунок 10.2 – Параметрування об'єкту «поле вводу/виводу - I/O Field» з прив'язкою до тегу (Tag_1, Int, MW10)

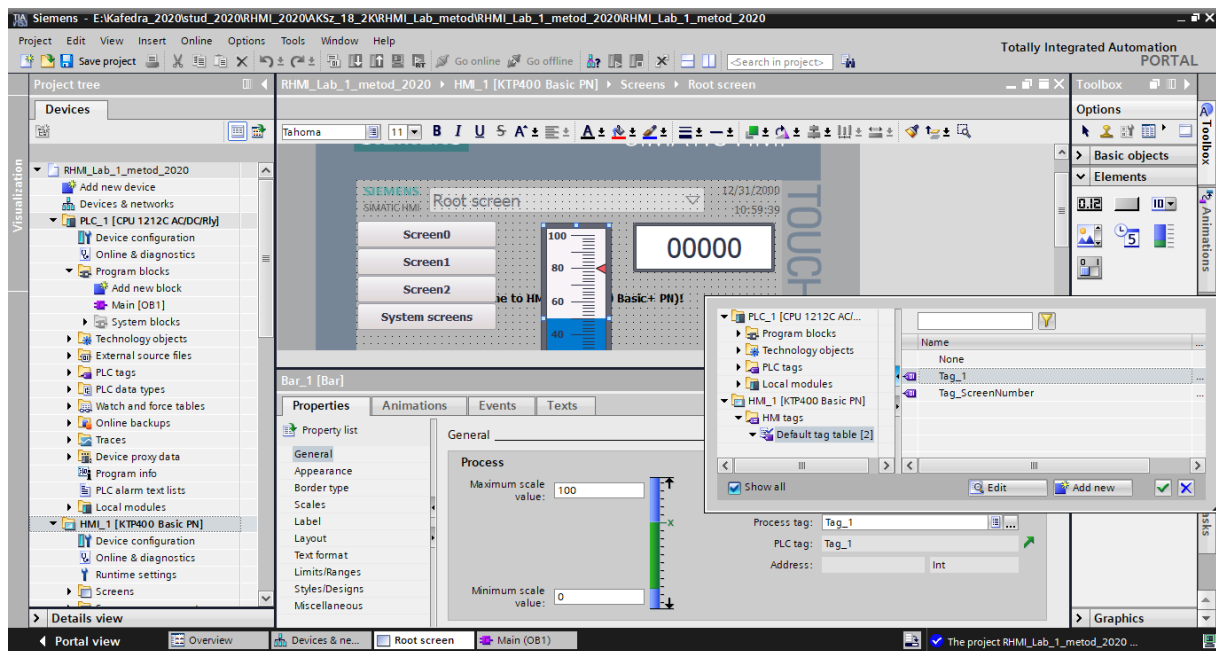


Рисунок 10.3 – Створення і параметрування об'єкту «шкала - Bar» з прив'язкою до тегу (Tag_1, Int, MW10)

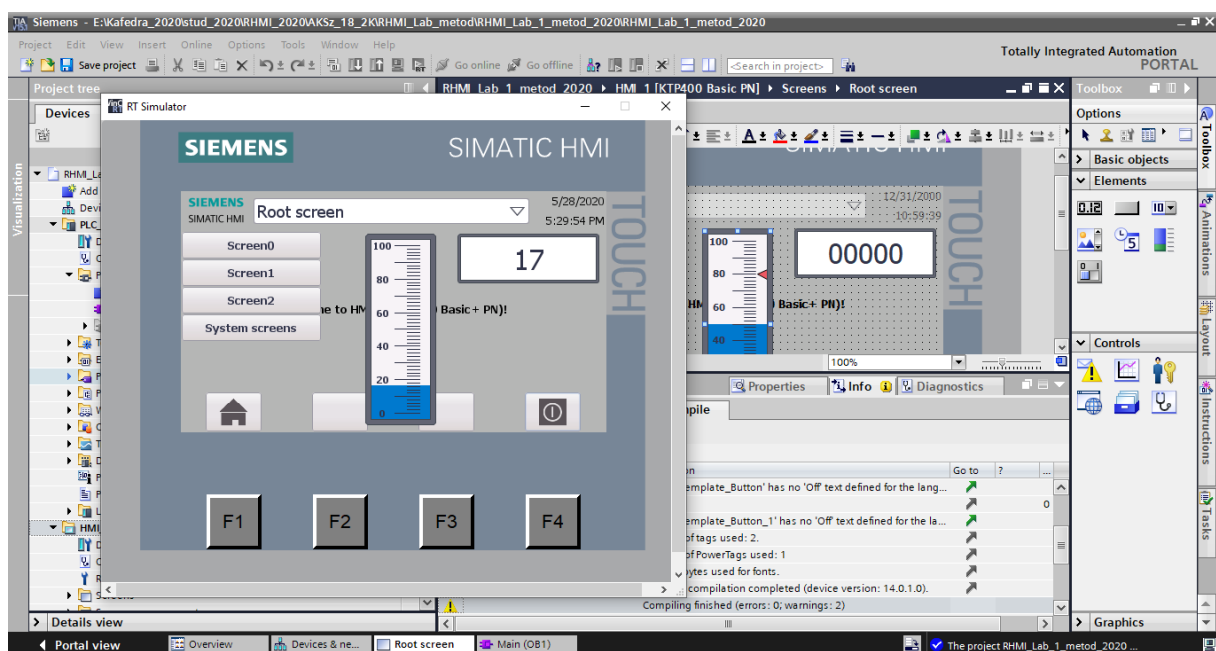


Рисунок 10.4 –Людино-машинний інтерфейс KTP400 Basic PN в режимі «run-time»

Контрольні запитання до лабораторних робіт №1-4:

- 1) склад і призначення програмних модулів TIA Portal для проектування систем управління;
- 2) процедура активації інсталюваних програмних модулів TIA Portal;
- 3) послідовність і особливості створення проекту в програмному модулі STEP 7 Professional;
- 4) в чому полягає конфігурація апаратних засобів проекту в STEP 7 Professional ?
- 5) в чому полягає параметрування PLC і SM і які основні параметри апаратних засобів використовуються в проектах STEP 7 Professional ?
- 6) послідовність процедури налагодження комунікаційного середовища проекту;
- 7) послідовність процедури створення прикладної програми на мові FBD стандарту IEC 61131-3;
- 8) послідовність завантаження проекту в PLCSIM V17 і симуляції в режимі «on-line»;
- 9) призначення входів-виходів програмних інструкцій і екземплярних (Instance) блоків даних (DB – Data block);
- 10) елементарні формати даних стандарту IEC 61131-3.
- 11) призначення і технічні характеристики компонентів людино-машинного інтерфейсу на базі апаратно-програмних засобів Simatic S7.
- 12) процедура інтеграції компонентів людино-машинного інтерфейсу в проект на базі апаратно-програмних засобів Simatic S7.

Варіанти завдань до лабораторної роботи №1-4

№	CPU	SB, SM, CM	Basic Panel	к перерахунку лічильника
1	CPU 1211C DC/DC/Relay V4.5	SB 1231 AI 1 x 12 bit; CM 1243- - 5 PROFIBUS DP Master	KTP400 Basic PN 4.3"	11
2	CPU 1211C AC/DC/Relay V4.5	SB 1221 DI 4 x 24 V DC, 200 kHz; CM 1241 RS232	KTP700 Basic PN 7.0"	12
3	CPU 1212C AC/DC /Relay V4.5	SM 1231 AI 4 x 16 bit; SB 1223 DI 2 x 24 V DC / DQ 2 x 24 V DC, 200 kHz	KTP900 Basic PN 9.0"	13
4	CPU 1211C DC/DC/DC V4.5	SB 1222 DQ 4 x 24 V DC, 200 kHz; CM 1241 RS422/485	KTP1200 Basic PN 12.0"	14
5	CPU 1212C DC/DC/DC V4.5	SM 1232 AQ 2 x 14 bit; SB 1223 DI 2 x 5 V DC / DQ 2 x 5 V DC, 200 kHz	KTP400 Basic PN 4.3"	15
6	CPU 1212C DC/DC/Relay V4.5	SM 1231 AI 4 x 13 bit; SB 1222 DQ 4 x 24 V DC, 200 kHz	KTP700 Basic PN 7.0"	16
7	CPU 1214C DC/DC/Relay V4.5	SM 1231 AI 8 x 13 bit; SB 1222 DQ 4 x 5 V DC, 200 kHz	KTP900 Basic PN 9.0"	17
8	CPU 1214C AC/DC/Relay V4.5	SM 1232 AQ 4 x 14 bit; SB 1223 DI 2 x 24 V DC, DQ 2 x 24 V DC	KTP1200 Basic PN 12.0"	18
9	CPU 1215C AC/DC/Relay V4.5	SM 1234 AI 4 x 13 bit / AQ 2 x 14 bit; SM 1221 DI 8 x 24 V DC	KTP400 Basic PN 4.3"	19
10	CPU 1214C DC/DC/DC V4.5	SB 1232 AQ 1 x 12 bit; SM 1221 DI 16 x 24 V DC	KTP700 Basic PN 7.0"	20
11	CPU 1215C DC/DC/DC V4.5	SM 1221 DI 8 x 24 V DC; SM 1231 AI 4 x 13 bit	KTP900 Basic PN 9.0"	21
12	CPU 1215C DC/DC/Relay V4.5	SM 1221 DI 16 x 24 V DC; SM 1231 AI 8 x 13 bit	KTP1200 Basic PN 12.0"	22
13	CPU 1212C AC/DC /Relay V4.5	SM 1222 DQ 8 x Relay; SM 1231 AI 4 x 16 bit	KTP400 Basic PN 4.3"	23
14	CPU 1217C DC/DC/DC V4.5	SM 1231 AI 4 x 13 bit; SM 1232 AQ 2 x 14 bit	KTP700 Basic PN 7.0"	24
15	CPU 1217C DC/DC/DC V4.5	SM 1231 AI 4 x 16 bit; SB 1223 DI 2 x 24 V DC / DQ 2 x 24 V DC, 200 kHz	KTP1200 Basic PN 12.0	25
16	CPU 1217C DC/DC/DC V4.5	SB 1231 AI 1 x 12 bit; CM 1243- - 5 PROFIBUS DP Master	KTP1200 Basic PN 12.0	26

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5-6

5 ОРГАНІЗАЦІЯ WEB-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ SCADA

6 ОРГАНІЗАЦІЯ WEB-ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ SCADA

Мета проектування: Ознайомитися зі складом, призначенням і технічними характеристиками, а також освоїти процедури інсталяції та налагодження інтерфейсу базового програмного пакету для розробки WEB-орієнтованих систем управління Simatic STEP 7 Professional, WinCC Professional на платформі TIA Portal (Totally Integration Automation) і симулятора PLCSIM. Інтегрувати в проект компоненти людино-машинного інтерфейсу на основі SCADA. Отримати навички створення і симуляції WEB-орієнтованого проекту в STEP 7 TIA Portal V16 на базі PLC S7-1200, WinCC Professional V16 і WinCC RT Professional V16.

Задачі виконання проекту:

- 1) інсталяція і оновлення програмних модулів TIA Portal (STEP 7, WinCC і PLCSIM);
- 2) встановити необхідні ліцензійні ключі для функціонування інсталюваних програмних модулів TIA Portal;
- 3) створити новий проект в STEP 7 Professional V16;
- 4) виконати конфігурацію апаратних засобів проекту (відповідно до варіанту індивідуального завдання);
- 5) виконати параметрування апаратних засобів проекту (відповідно до варіанту індивідуального завдання);
- 6) налагодити комунікаційне середовище WEB-орієнтованого проекту для комунікації між програматором-персональним комп'ютером (PG/PC) і PLCSIM;
- 7) створити тестову програму на мові FBD (Functional Block Diagramm) інкрементного лічильника з коефіцієнтом перехунку «к» (відповідно до варіанту індивідуального завдання);
- 8) завантажити проект в PLCSIM V16 і виконати симуляцію в режимі «on-line»;
- 9) інтегрувати в проект компоненти людино-машинного інтерфейсу (PC systems, PC station, SIMATIC PC-station, Simatic HMI application, WinCC RT Professional);
- 10) виконати в SCADA (WinCC Professional V16) візуалізацію функціонування інкрементного лічильника використавши об'єкти «поле вводу/виводу - I/O Field» і «шкала - Bar» з динамізацією кольору за параметром «Limit/Range» (відповідно до варіанту індивідуального завдання);
- 11) організувати WEB-орієнтовану клієнт-серверну топологію на базі «WinCC RT Professional» і «WebNavigator Client» V16;

12) оформити курсовий проект відповідно до індивідуального завдання (в імені проекту використати аббревіатуру групи, прізвище і варіант – ProWEB_2023_CI_22_1_Name_Var_number).

Інструментарій і програмне забезпечення: робоча станція на базі OS Windows 10 (x64 Professional, Enterprises), OS Windows 11 (x64 Professional, Enterprises); TIA Portal V16 + PLCSIM V16 (або актуальні версії).

Послідовність виконання проекту:

1) Результаті інсталяції та оновлення програмних модулів TIA Portal (STEP 7, WinCC і PLCSIM V16) наведено на рис. 1.1.

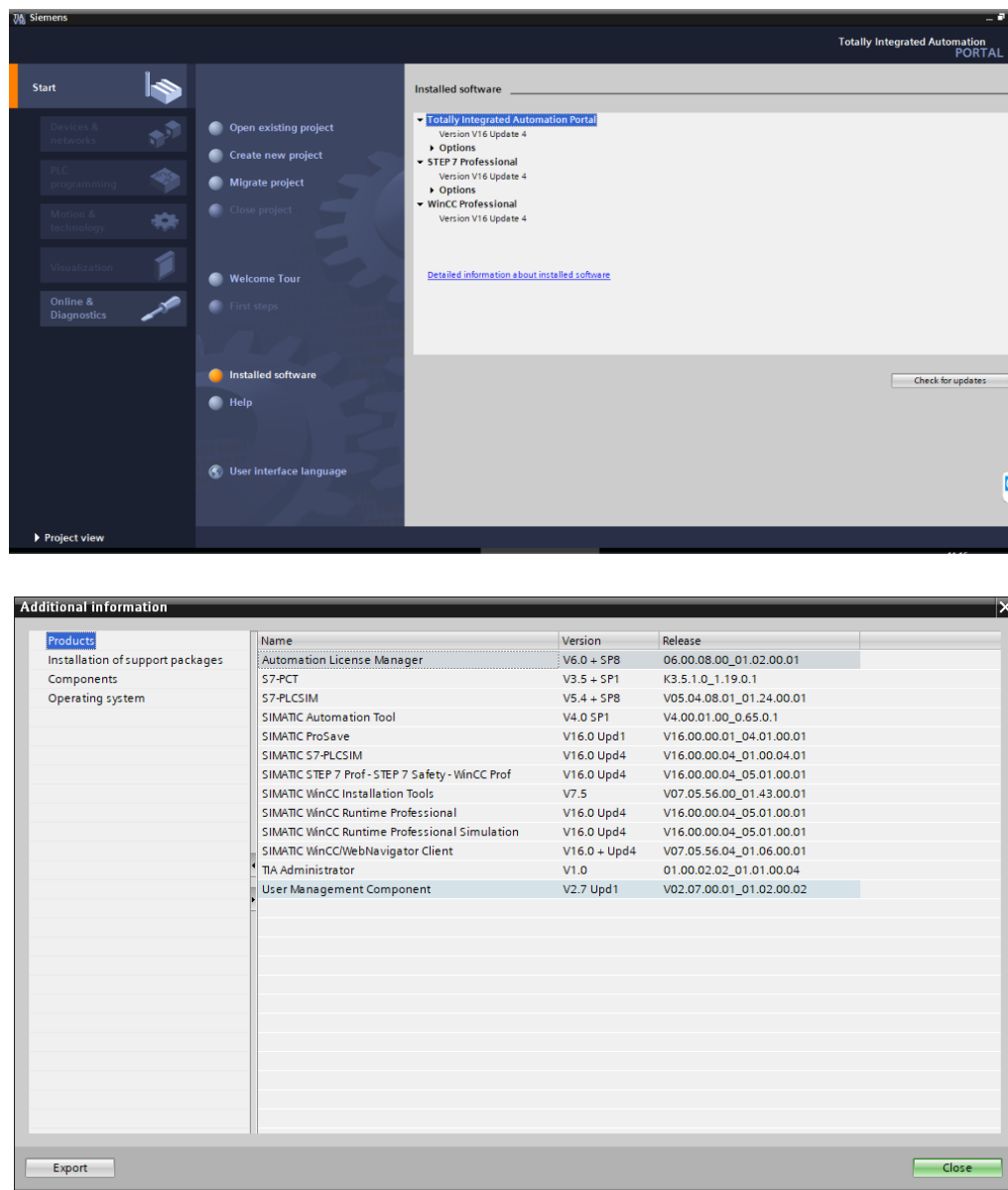


Рисунок 1.1 - Результат інсталяції та оновлення програмних модулів TIA Portal (STEP 7, PLCSIM, WinCC Professional, WinCC Runtime Professional, WinCC/WebNavigator Client V16)

2) Вибір компонентів для програмного модуля STEP7 Professional V17, WinCC Professional V17 наведено на рис. 2.

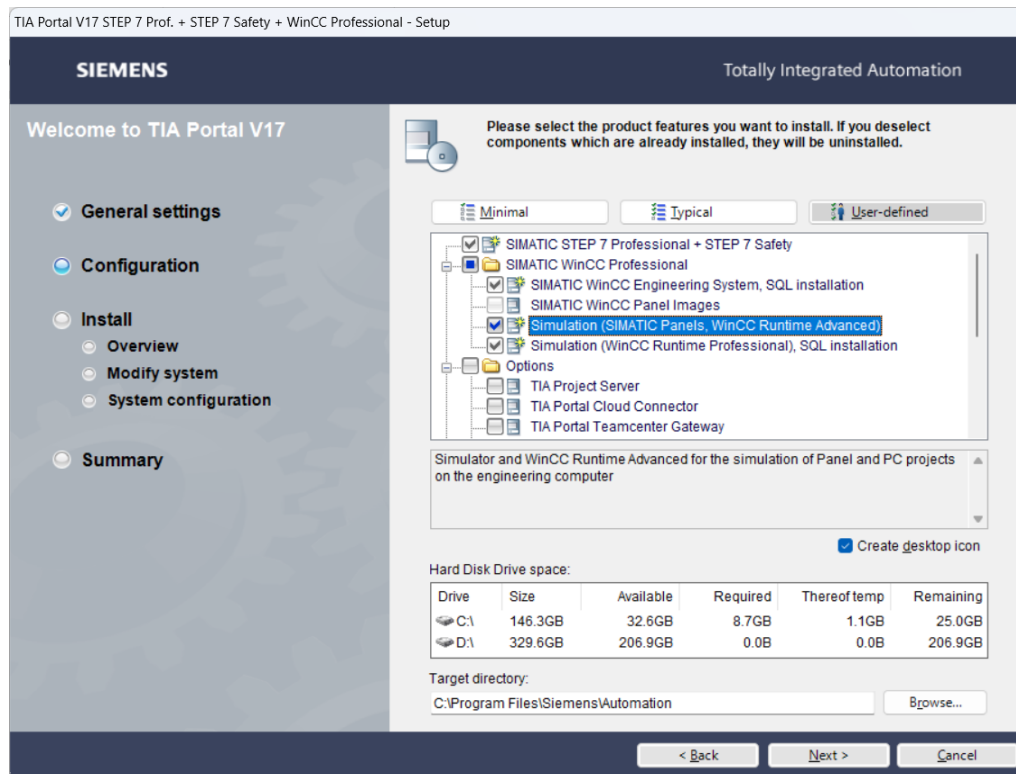


Рисунок 2.1 – Вибір компонентів для інсталяції (продовження на рис. 2.2)

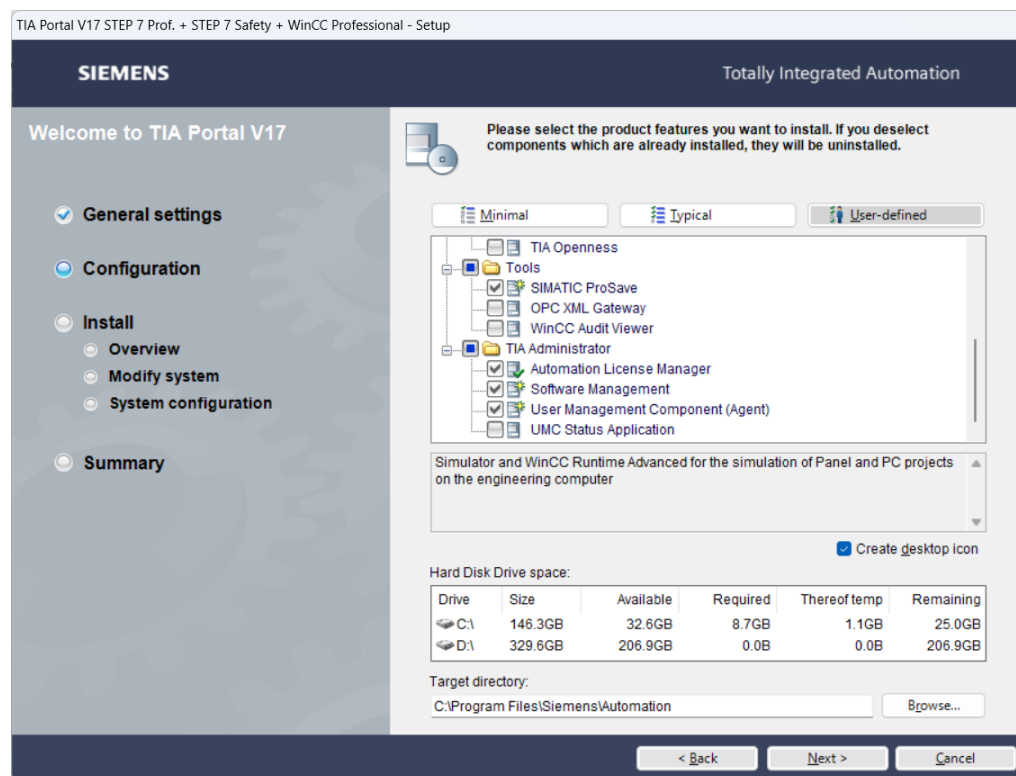


Рисунок 2.2 – Вибір компонентів для інсталяції (початок на рис. 2.1)

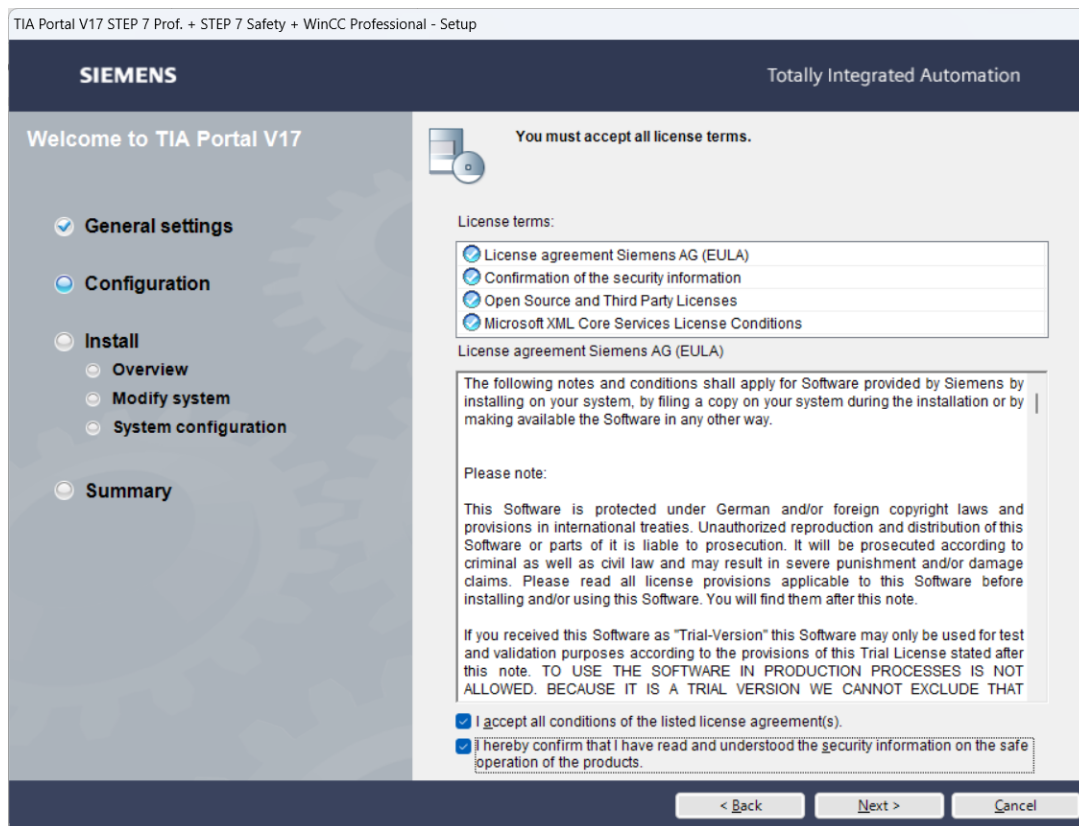


Рисунок 2.3 – Продовження інсталяції (підтвердження ліцензійної угоди)

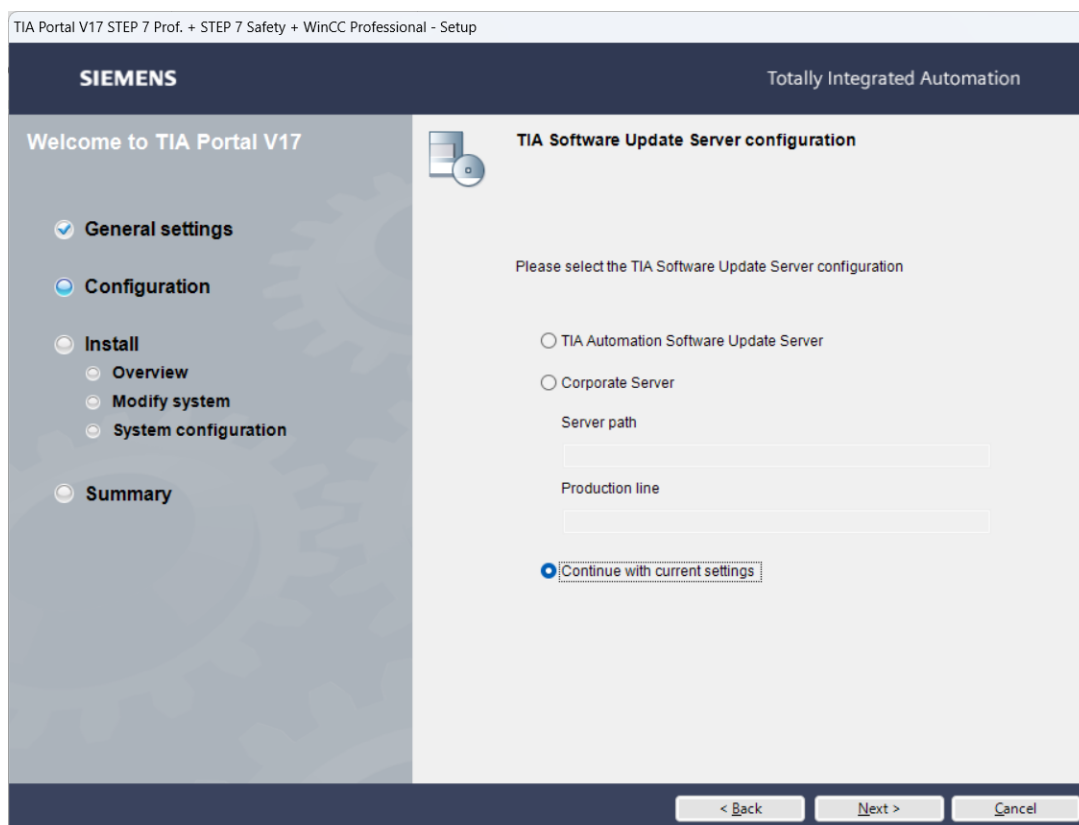


Рисунок 2.4 – Продовження процесу інсталяції

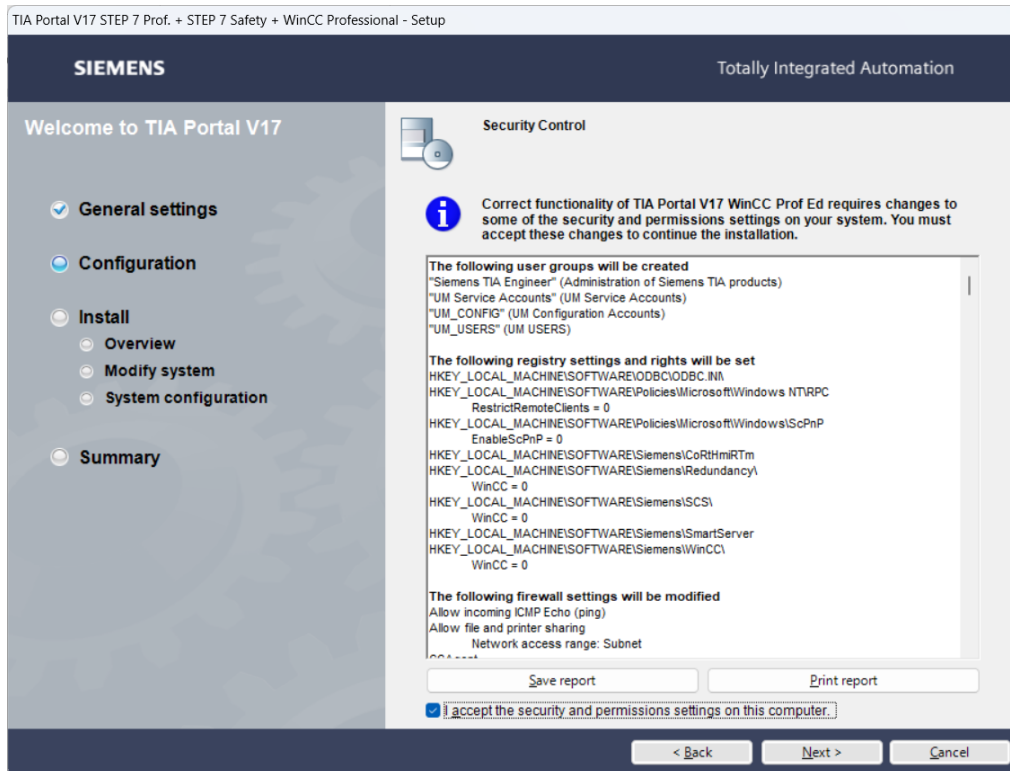


Рисунок 2.5 – Підтвердження змін в операційній системі в процесі інсталяції TIA_Portal_STEP7_Prof_Safety_WINCC_Prof_V17

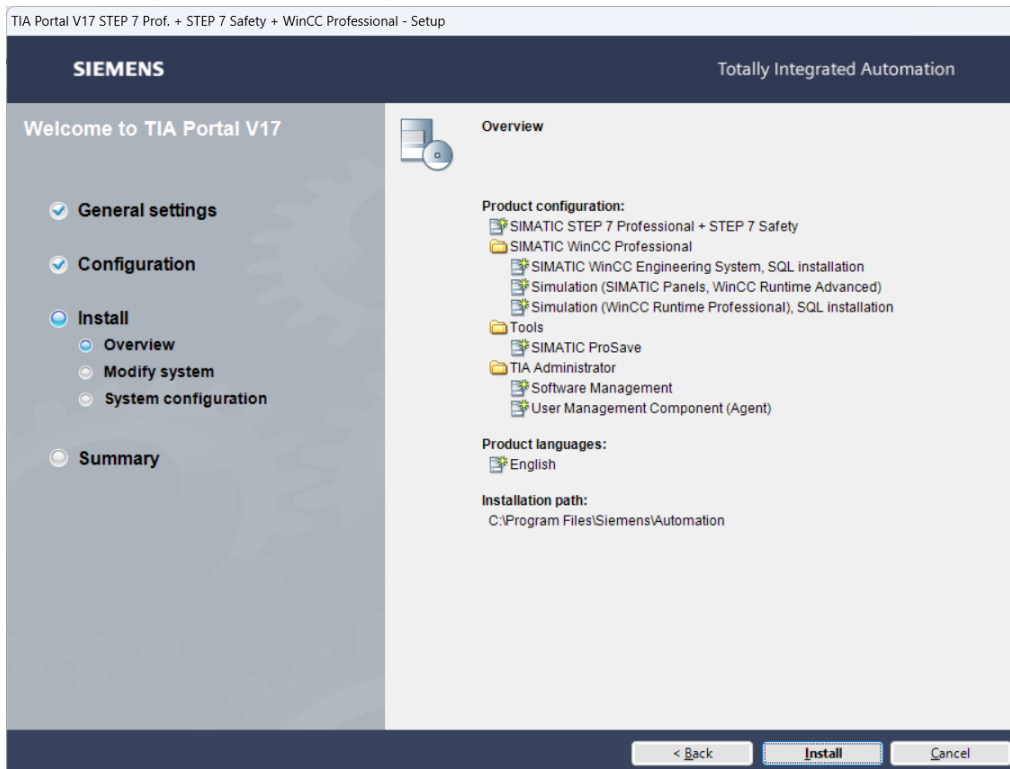
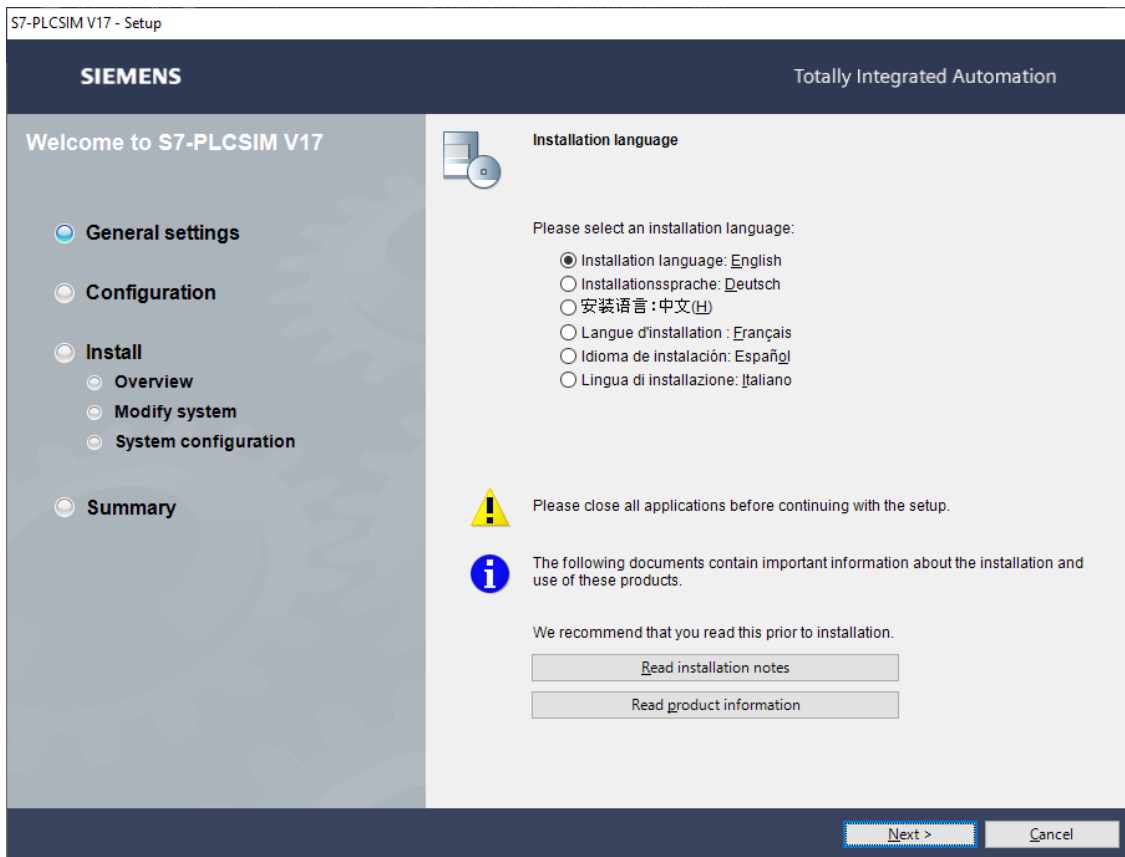


Рисунок 2.6 – Перелік компонентів TIA_Portal_STEP7_Prof_Safety_WINCC_Prof_V17 для інсталяції

ІНСТРУКЦІЯ З ІНСТАЛЯЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ SIMATIC_S7-PLCSIM_V17



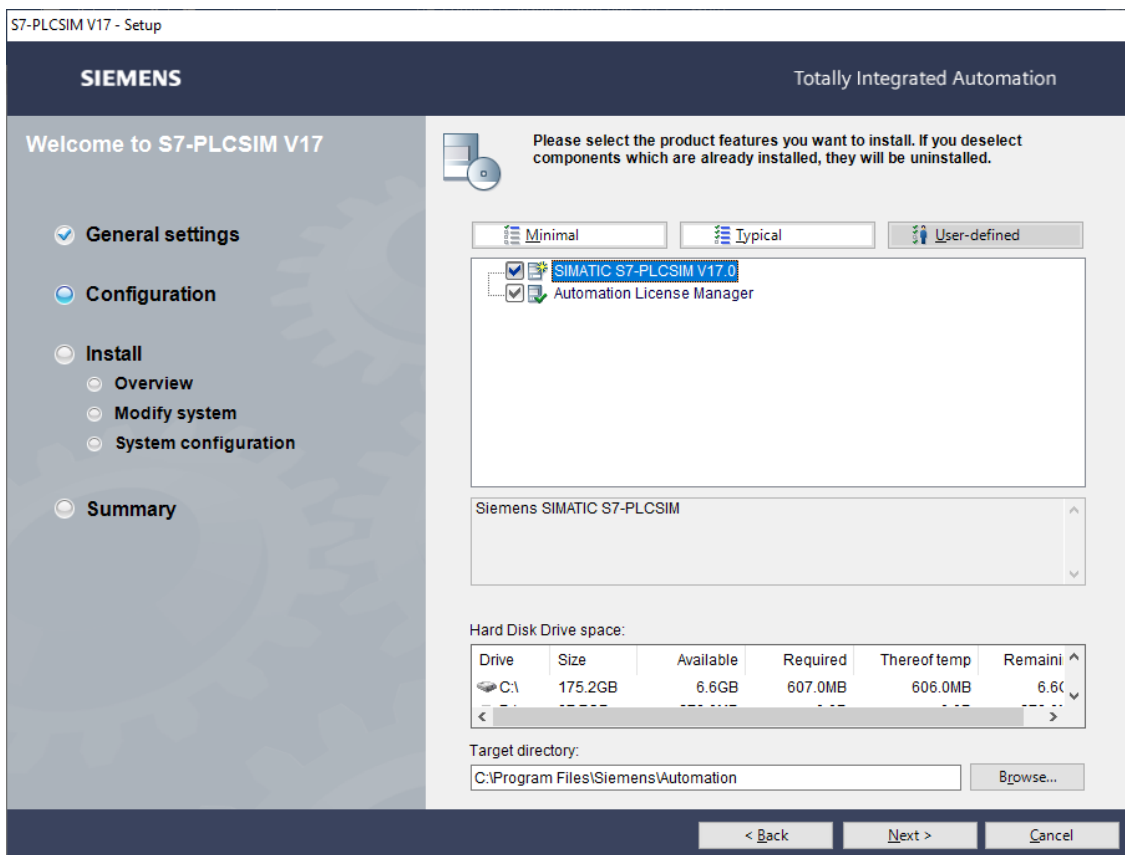
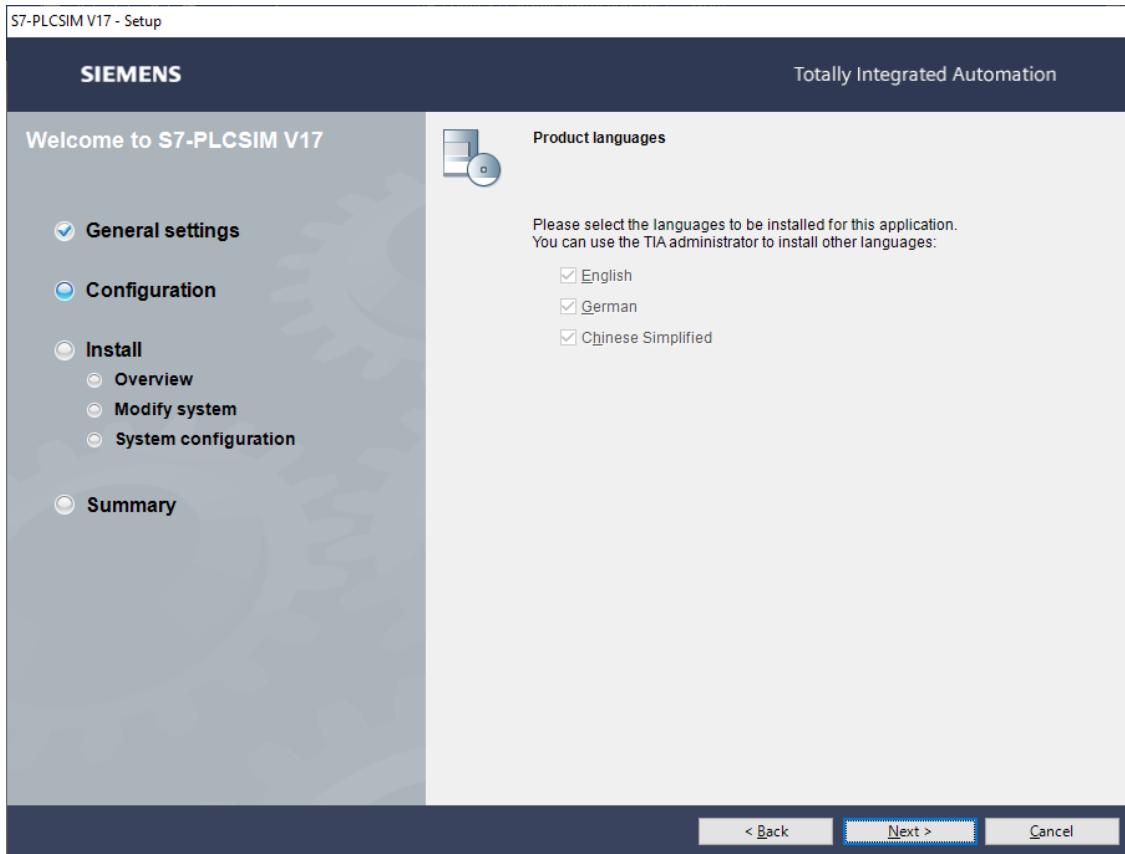


Рисунок 2.7 – Інструкція з інсталяції симулятора PLCSIM V17

Додатково інсталювати відповідні Update:

- Totally Integrated Automation Portal V17_Upd7;
- WinCC_Runtime_Professional V17_Upd7;
- SIMATIC_S7-PLCSIM_V17_Upd1.

3) Процедури створення нового проекту в STEP 7 Professional V16 наведені на рис. 3.1-3.4.

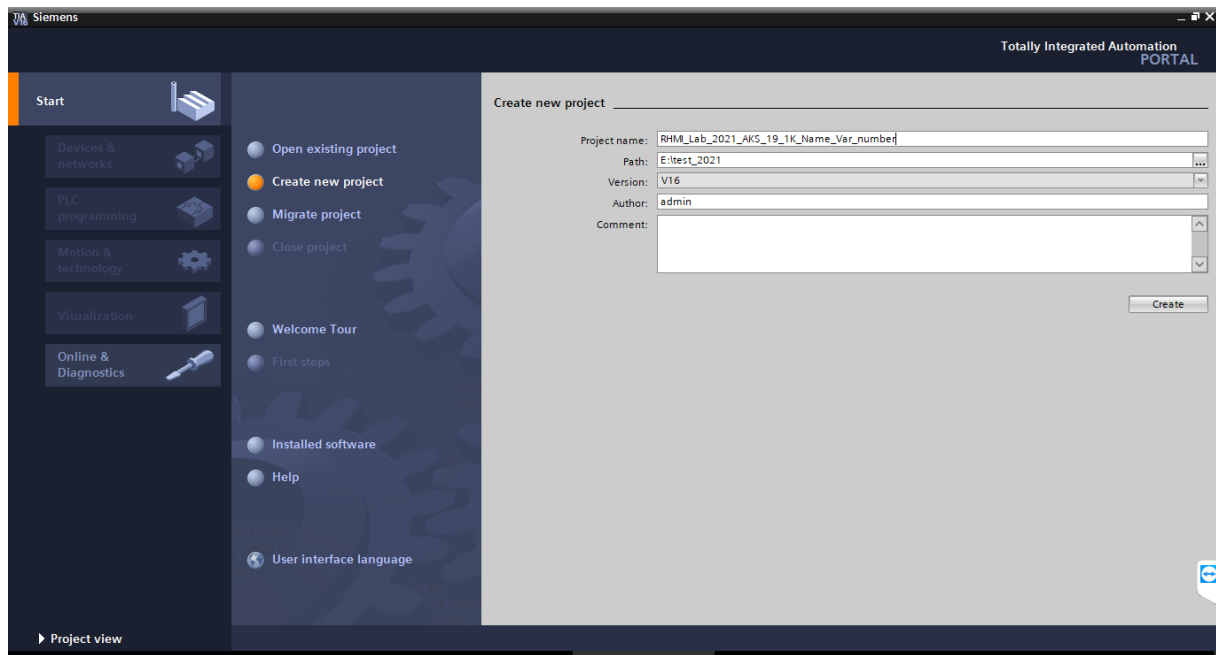


Рисунок 3.1 – Процедура створення нового проекту в програмному модулі STEP 7 V16

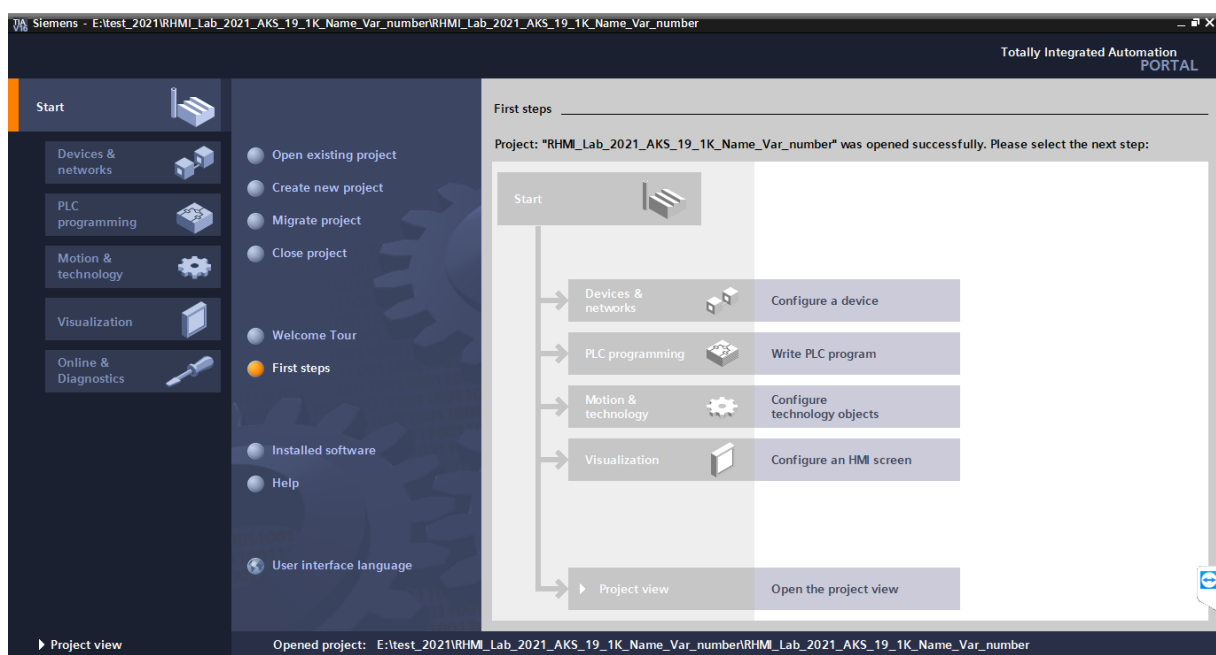


Рисунок 3.2 – Результат створення нового проекту в програмному модулі STEP 7 V16

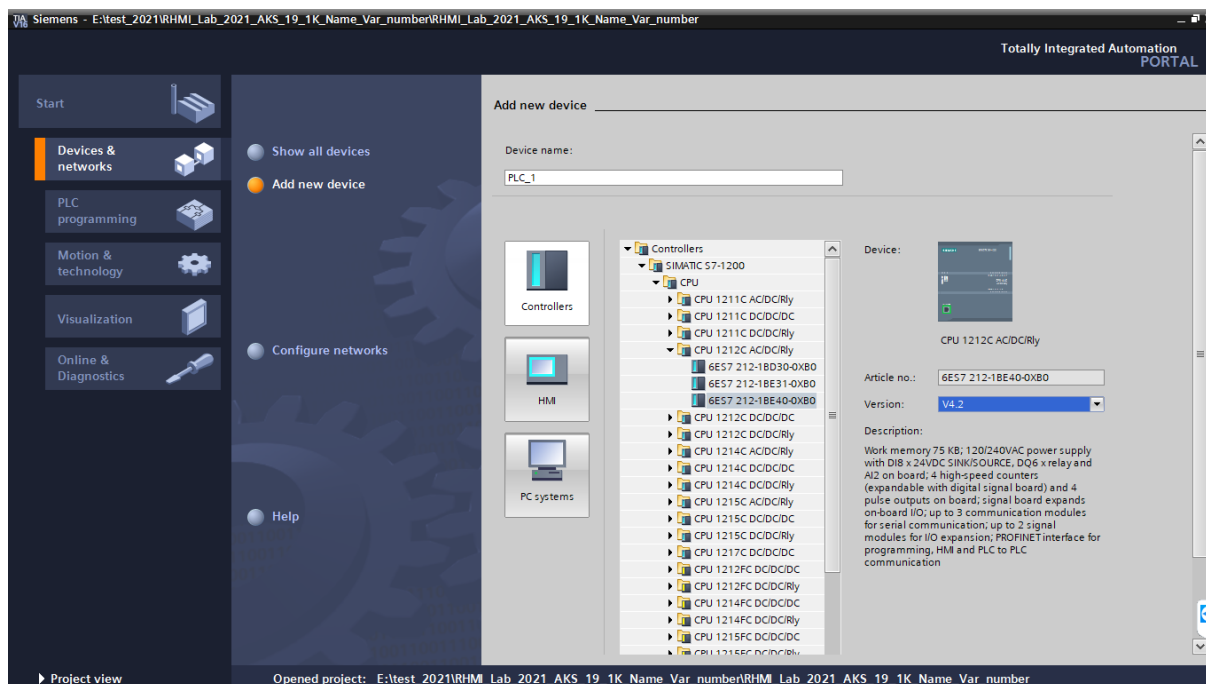


Рисунок 3.3 – Процедура вибору PLC Simatic S7-1200 (CPU 1212C AC/DC/Rly – Version V4.2)

Після вибору відповідного PLC Simatic S7-1200 – необхідно виконати команду «Add» і перейти в проектний інтерфейс (Project view).

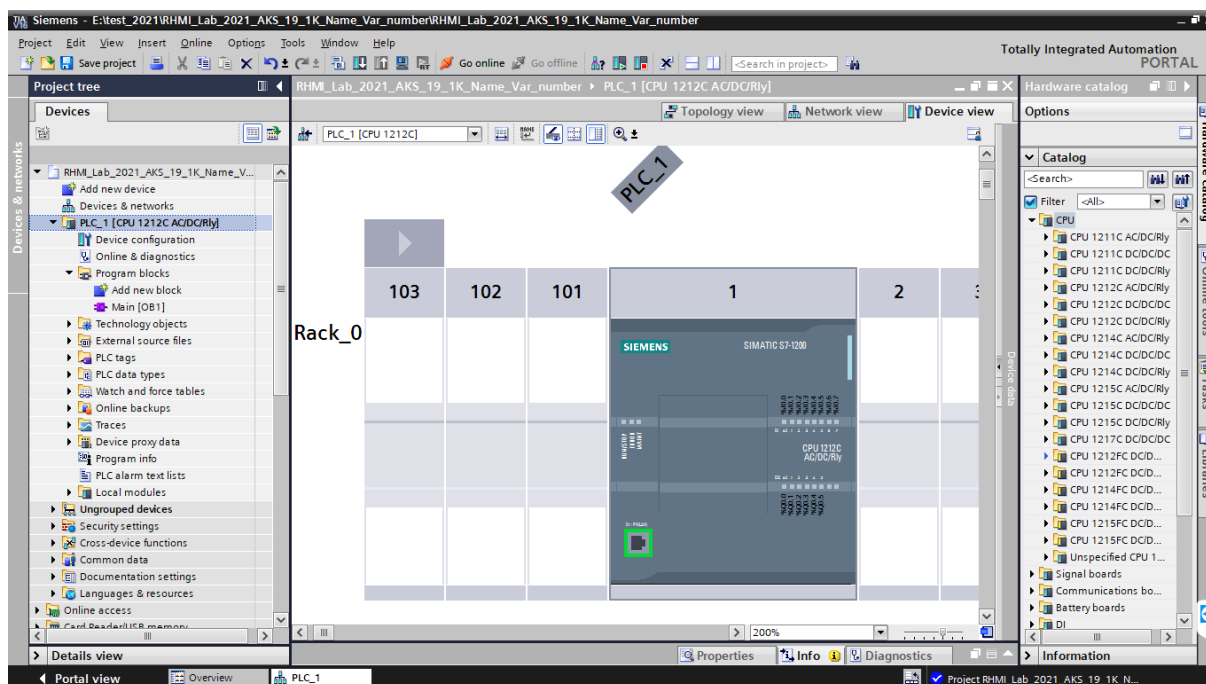


Рисунок 3.4 – Проектний інтерфейс STEP 7_V16

В проектному інтерфейсі зліва виводиться деревопроєкту (Project tree), робоча область по центру, каталог апаратних засобів (Hardware catalog) праворуч, зверху меню команд та інструментальна панель.

Процедури виконання конфігурації апаратних засобів PLC Simatic S7-1200 наведено на рис. 4.1-4.2. Конфігурація апаратних засобів полягає у встановленні необхідних апаратних модулів з (Hardware catalog), відповідно до реальної конфігурації системи (програмна копія чи програмне відображення).

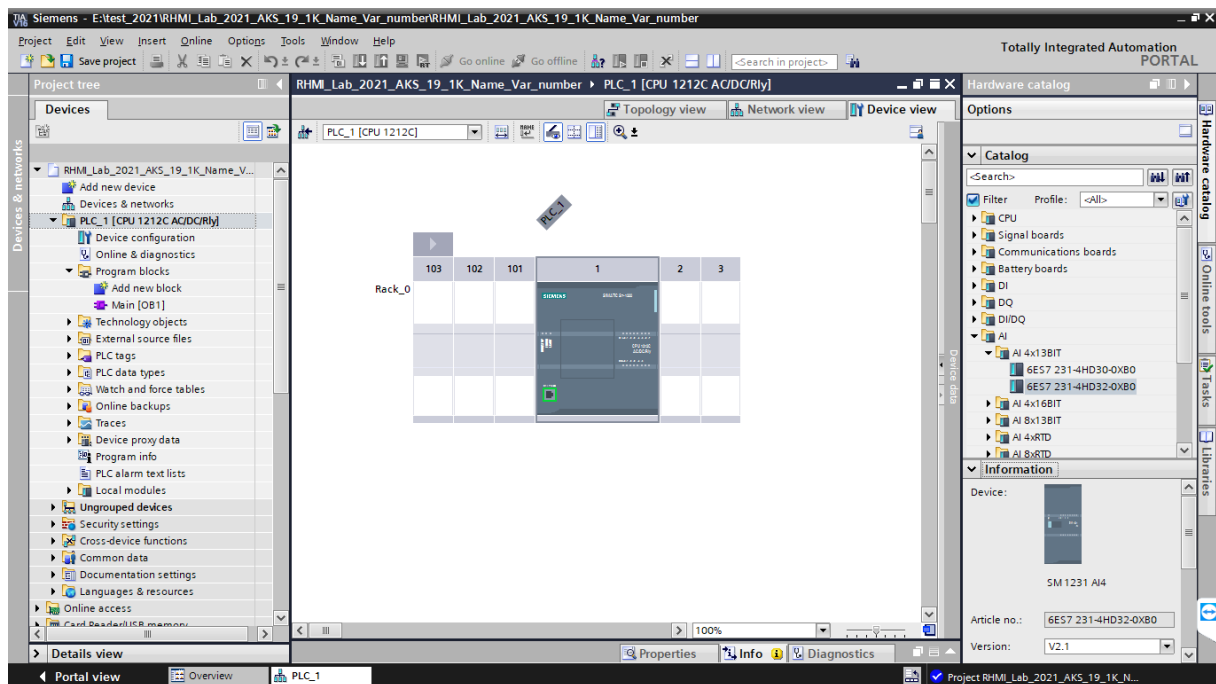


Рисунок 4.1 –Конфігурація апаратних засобів PLC Simatic S7-1200 з сигнальним модулем обробки аналогових сигналів SM 1231 (AI 4x13BIT)

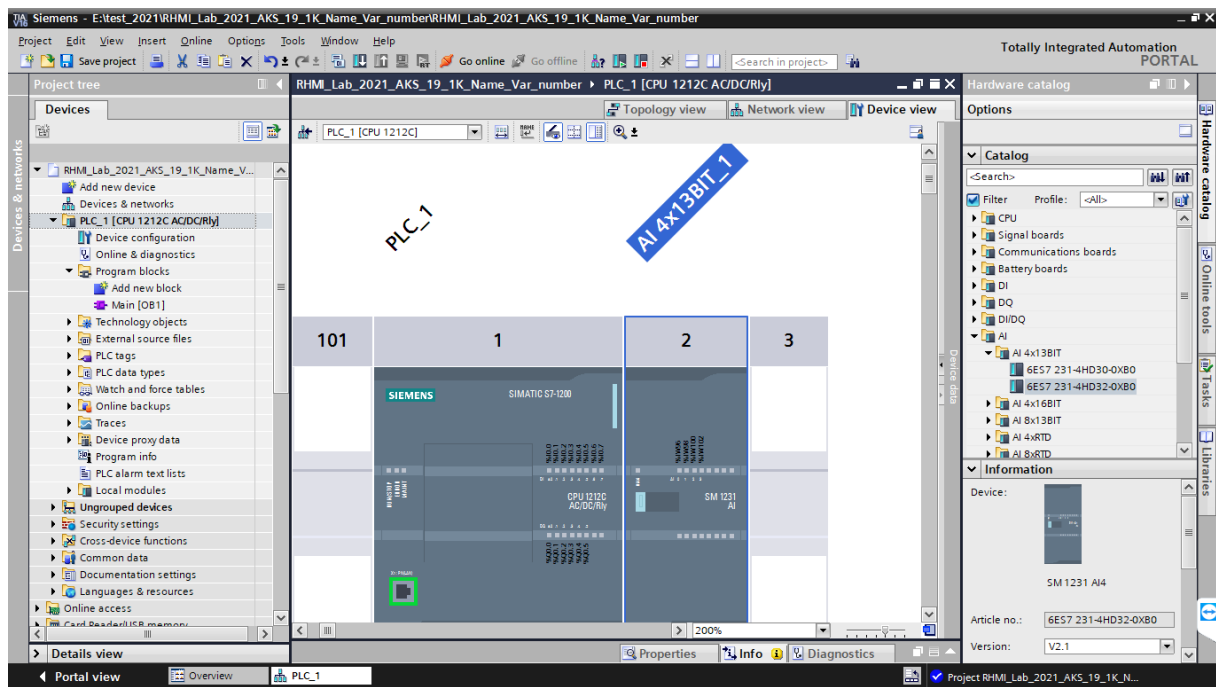


Рисунок 4.2 – Результат встановлення сигнального модуля обробки аналогових сигналів SM 1231 (AI 4x13BIT) в стійку PLC Simatic S7-1200

5) Параметрування апаратних засобів системи полягає у встановленні відповідних параметрів для PLC Simatic S7-1200 та інших апаратних модулів, відповідно до їх функціонального призначення та режимів роботи.

Для початку роботи, достатньо встановити наступні параметри PLC Simatic S7-1200 через команду «Properties» (рис. 5.1):

- системну пам'ять (System memory bits);
- таймерний байт (Clock memory bits).

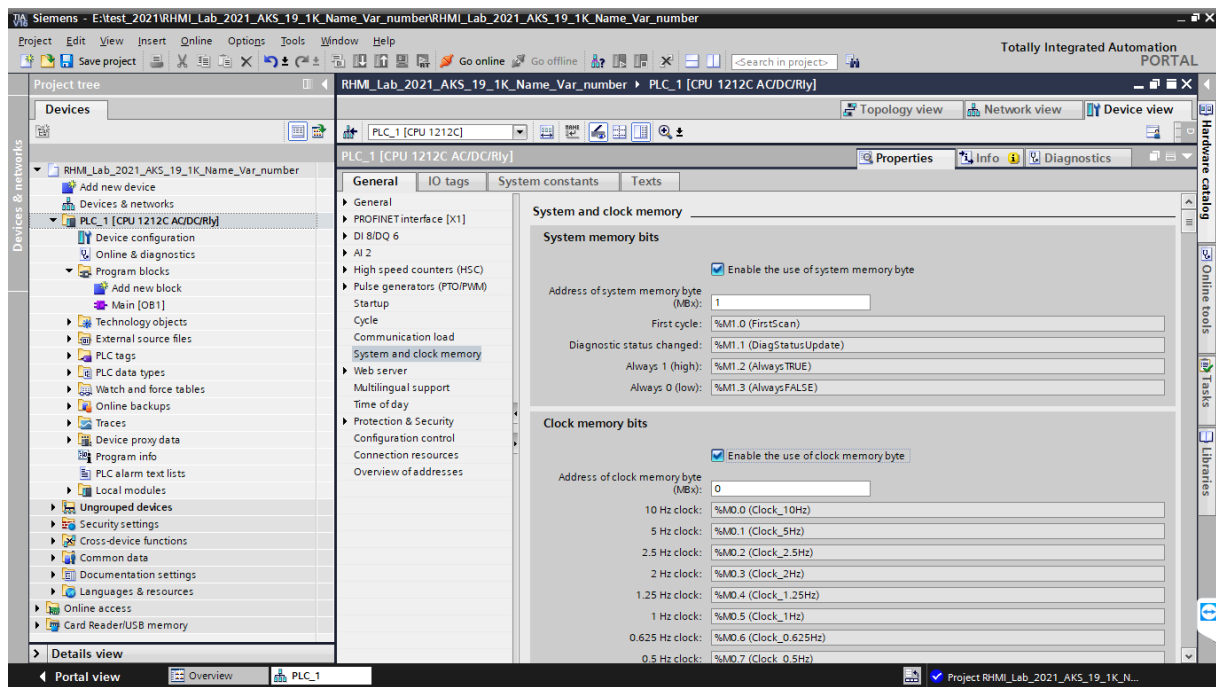


Рисунок 5.1 – Процес параметрування PLC Simatic S7-1200 шляхом активації (System memory bits і Clock memory bits)

На рис. 5.2 наведено процес параметрування сигнального модуля обробки аналогових сигналів SM 1231 (AI 4x13BIT).

Встановлюються наступні параметри:

- час інтегрування (Integration time);
- тип вимірювання (Measurement type) - можливі напруга і струм (Voltage і Current);
- діапазон вимірювання (Measurement range).

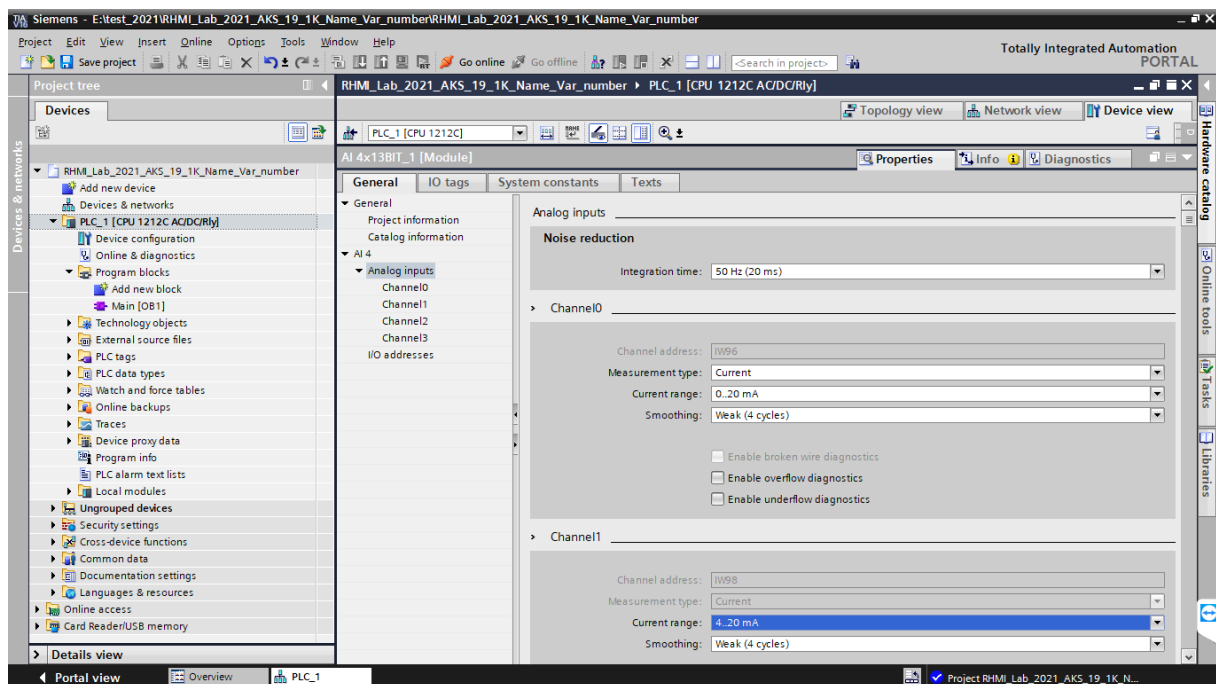
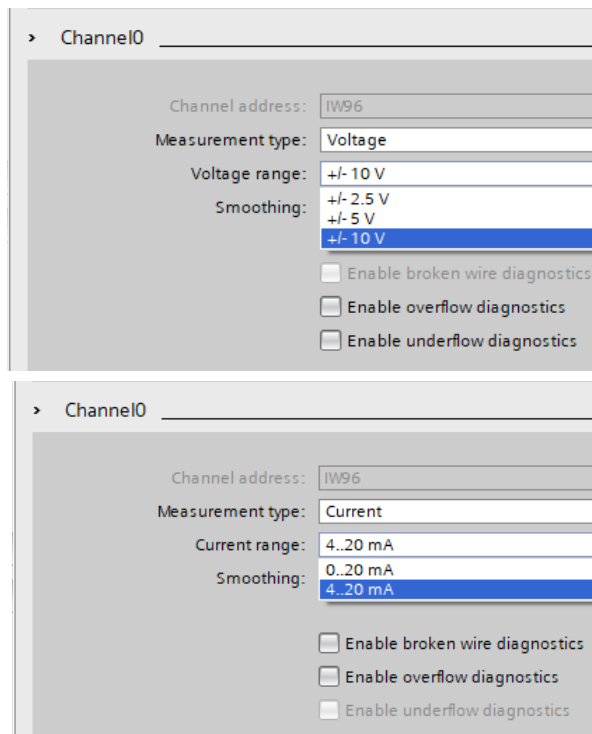


Рисунок 5.2 – Процес параметрування модуля обробки аналогових сигналів SM 1231 (AI 4x13BIT)

6) Процедури налагодження комунікаційного середовища проекту для комунікації між програматором-персональним комп'ютером (PG/PC) і симулятором PLCSIM V16 наведено на рис. 6.1-6.6.

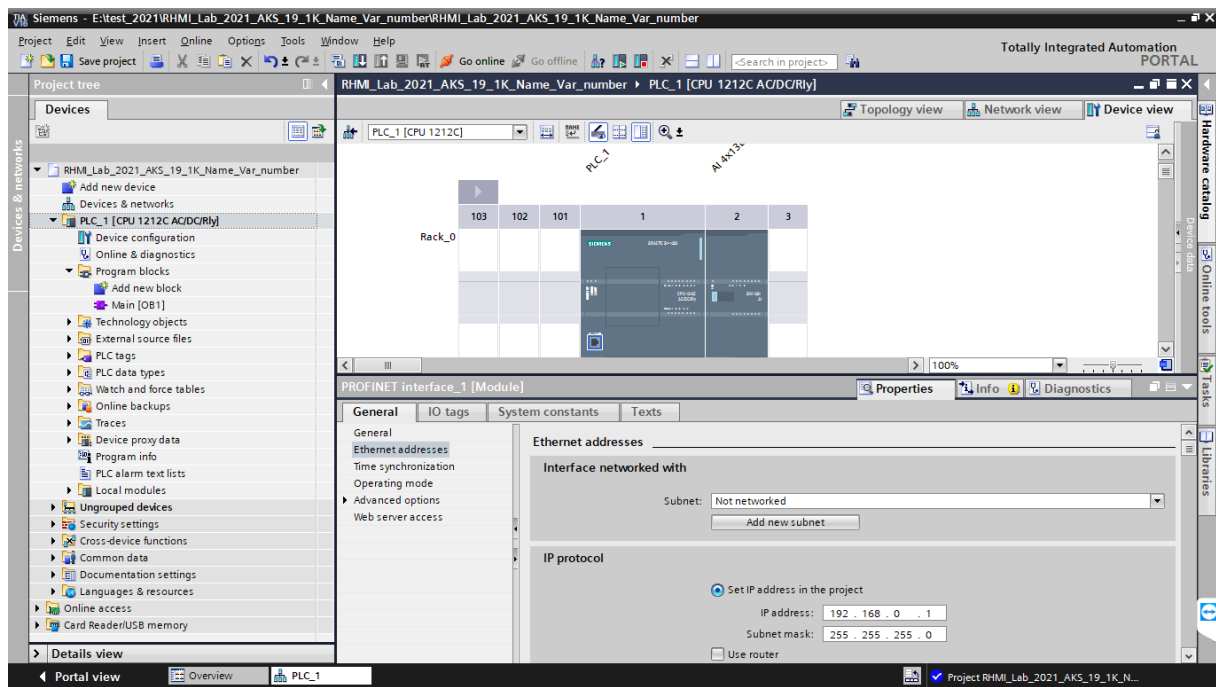


Рисунок 6.1 – Процес додавання нової підмережі (Add new subnet) в розділі параметрів PLC (Ethernet addresses) і визначення IP-адреси і маски підмережі (Set IP address in the project, Subnet mask)

Додатково можна визначити IP-адресу маршрутизатора (Router address).

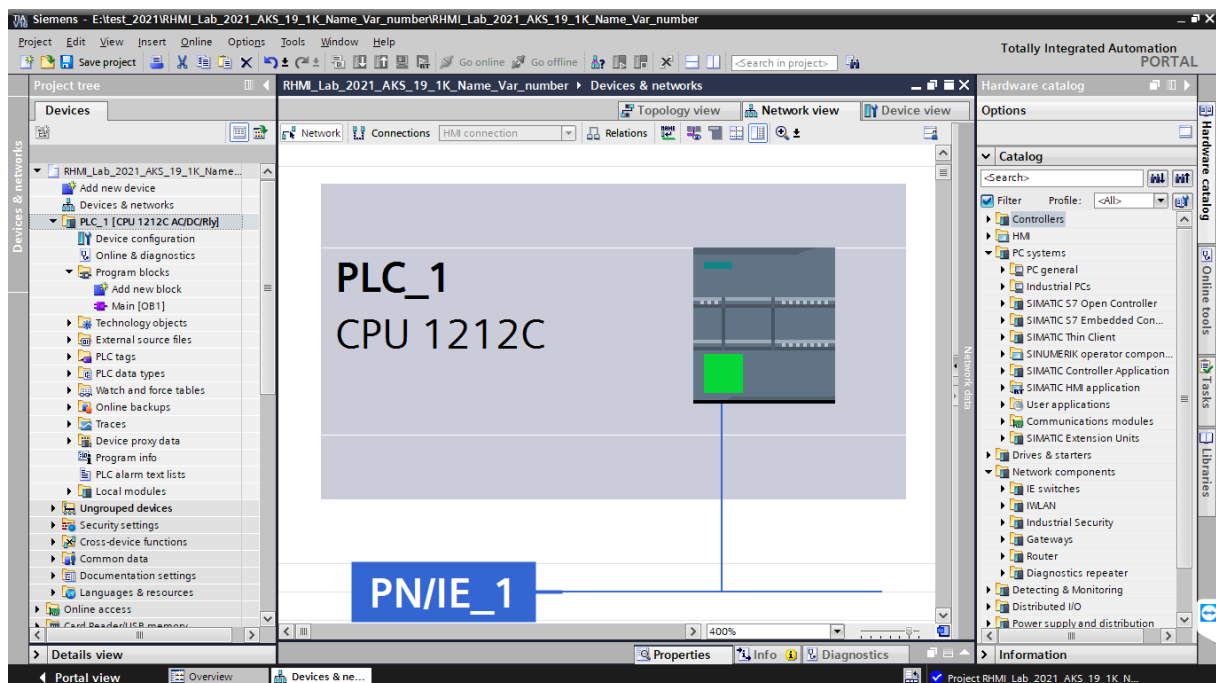


Рисунок 6.2 – Результат додавання нової підмережі PROFINET/Industrial Ethernet (PN/IE_1) в редакторі мереж «Network view»

Періодично проект необхідно компілювати і зберігати з рівня PLC (рівень виділений в дереві проекту див.рис. 6.3).

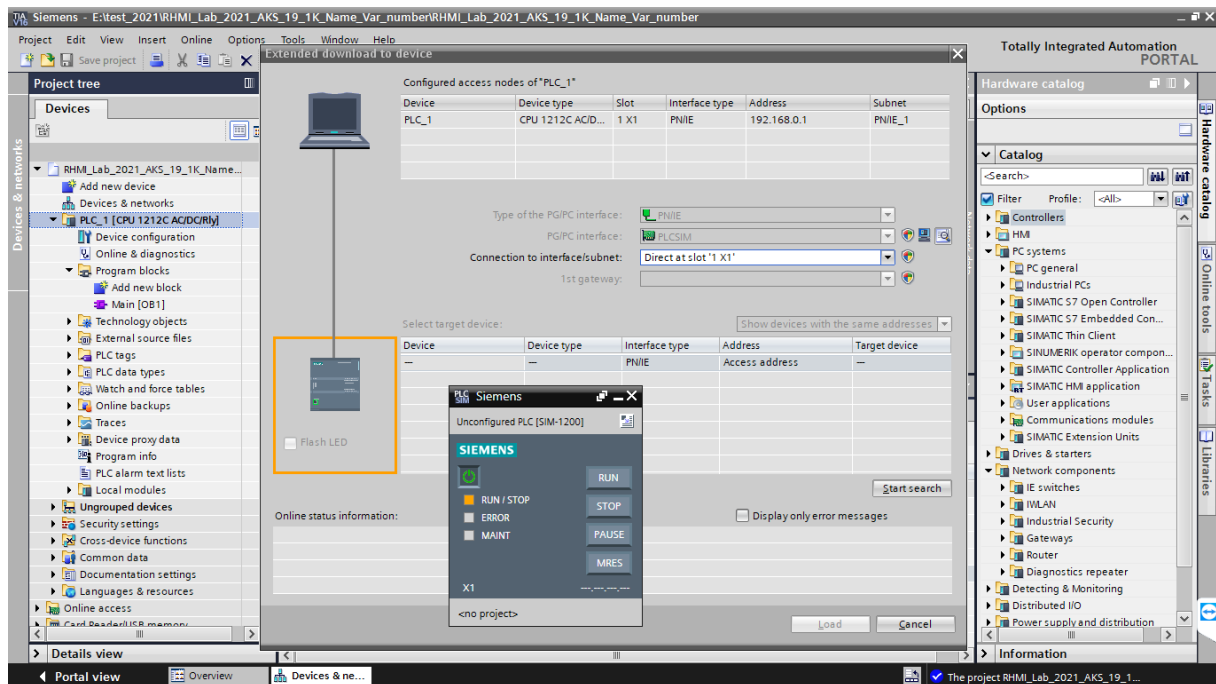


Рисунок 6.3 – Процес виконання команди «Start Simulation» в меню команд для завантаження проекту в симулятор PLCSIM V16

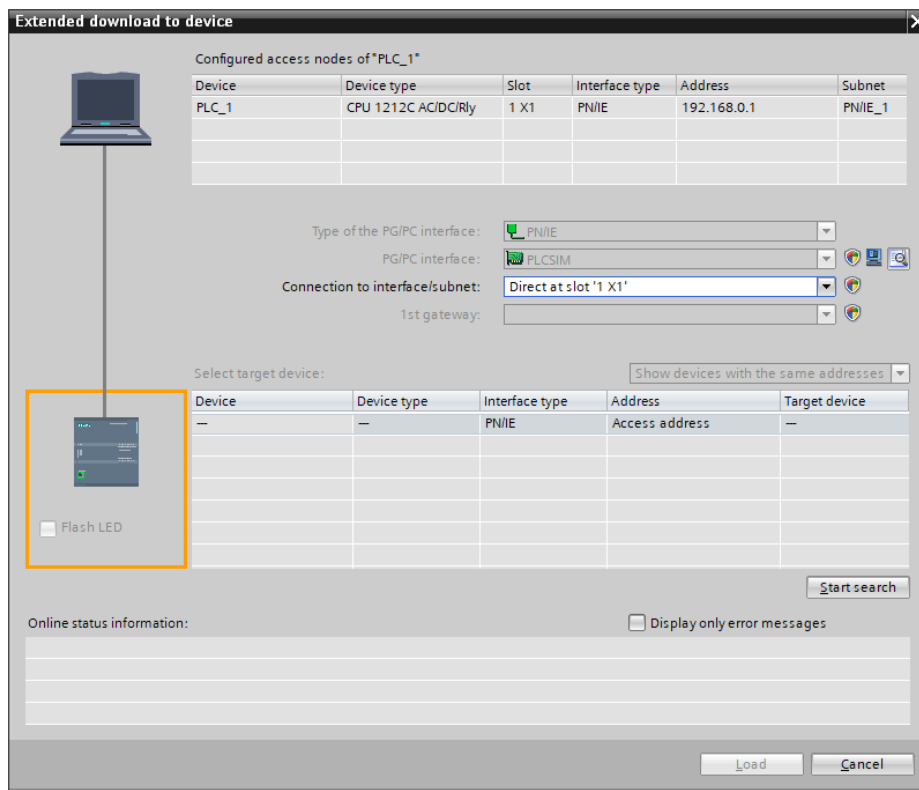


Рисунок 6.4 – Процес виконання команди «Start search» для пошуку доступних пристроїв для завантаження проекту

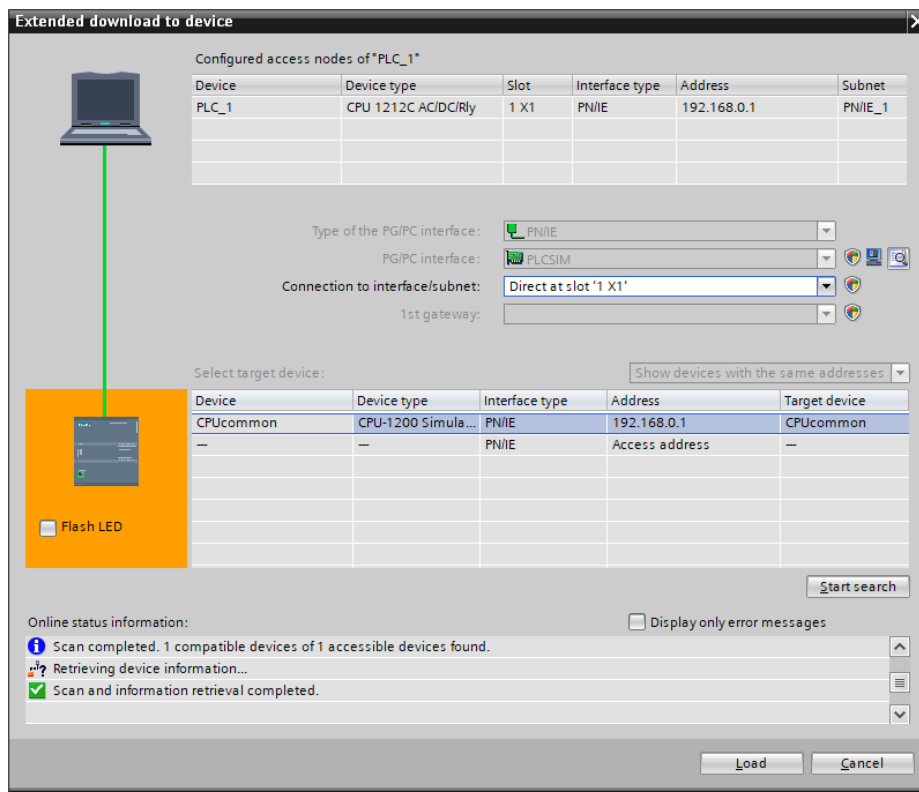


Рисунок 6.5 – Результат виконання команди «Start search» для пошуку доступних пристроїв для завантаження проекту PLCSIM V14 SP1

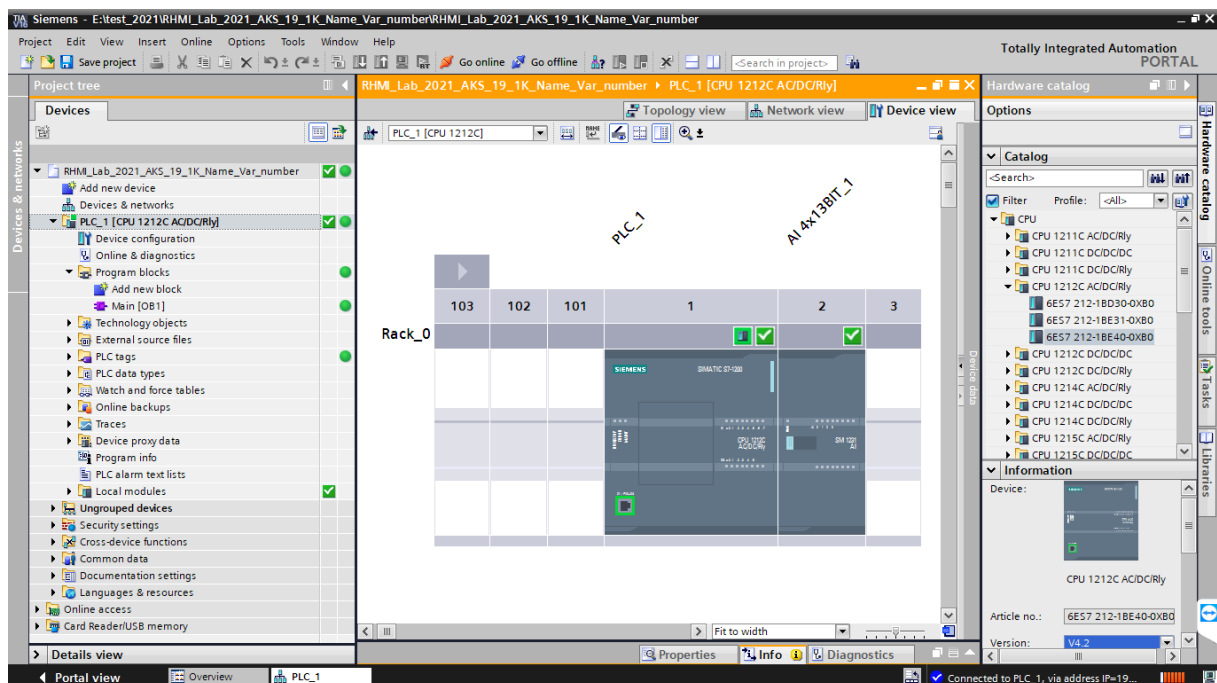


Рисунок 6.6 – Результат виконання команди «Go online» в меню команд після завантаження проекту в симулятор PLCSIM V16

7) Для створення тестової програми на мові FBD (Functional Block Diagramm) необхідно вибрати мову програмування FBD перед відкриттям організаційного блоку (Organization Block) OB1 в дереві проекту (рис. 7.1).

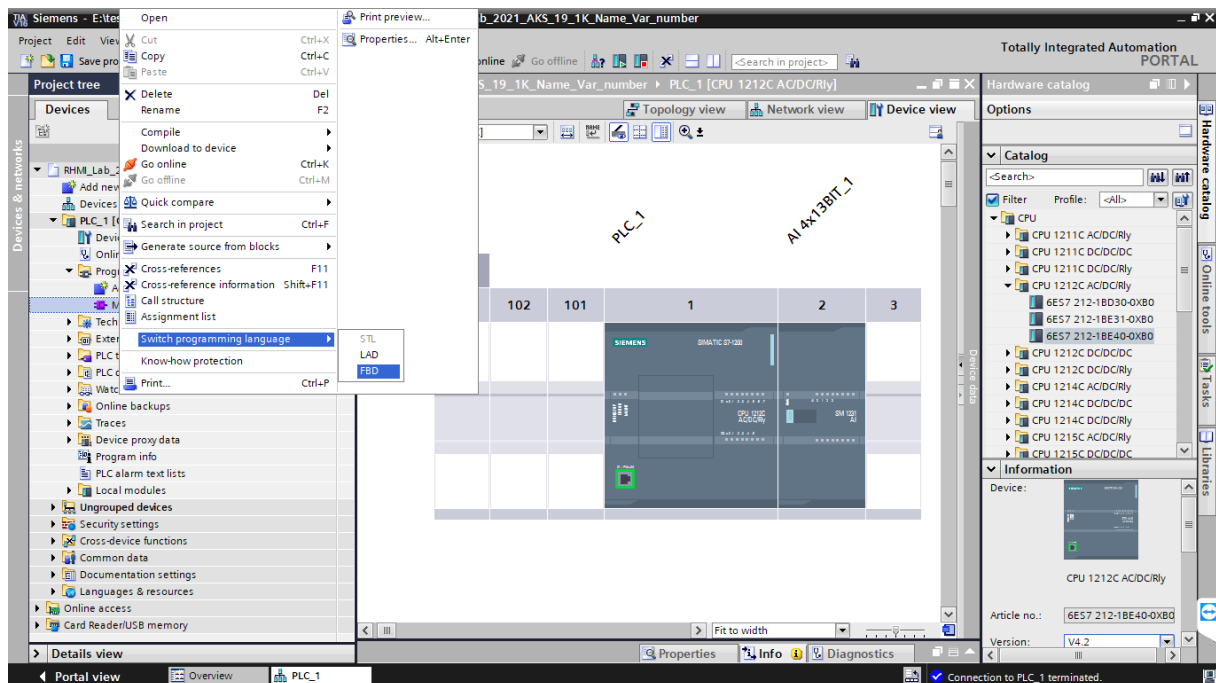


Рисунок 7.1 – Процес вибору мови програмування FBD перед відкриттям організаційного блоку (Organization Block) OB1 в дереві проекту

Результат відкриття організаційного блоку (Organization Block) OB1 в дереві проекту і бібліотеку інструкцій (Instruction) наведено на рис. 7.2.

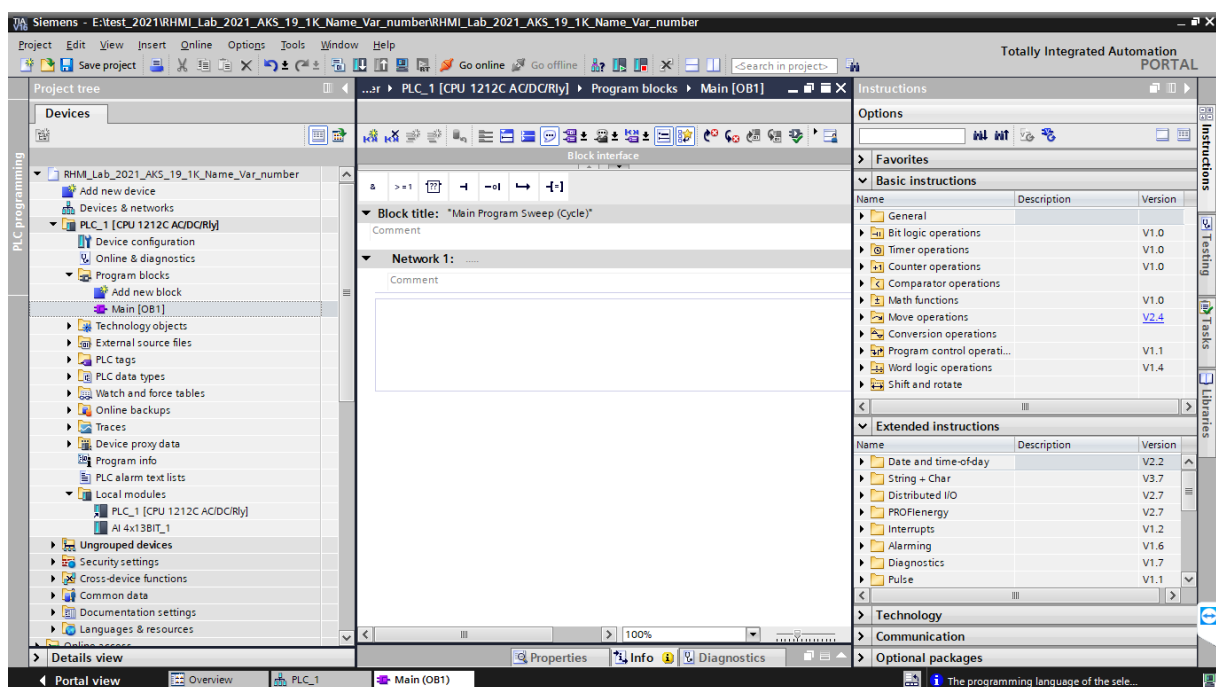


Рисунок 7.2 – Результат відкриття організаційного блоку (Organization Block) OB1 в дереві проекту

Для прикладу, створено прикладну програму інкрементного лічильника з визначеним коефіцієнтом перерахунку ($k=20$) (рис. 7.3).

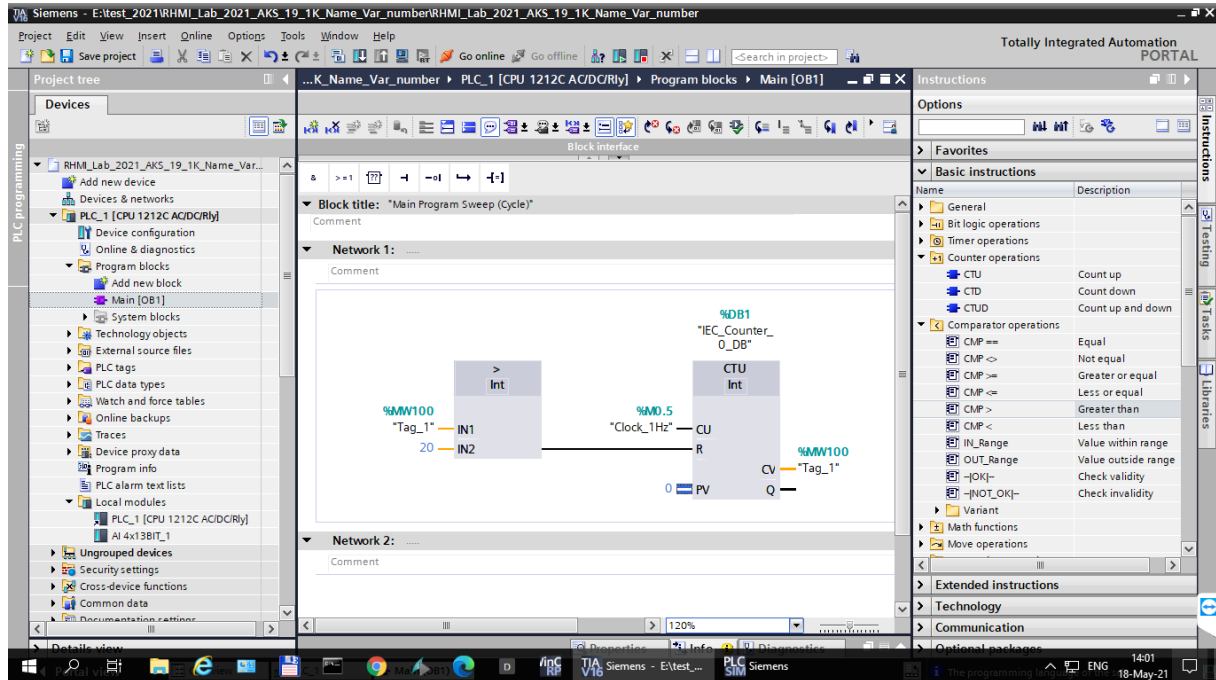


Рисунок 7.3 – Прикладна програма інкрементного лічильника з визначеним коефіцієнтом перерахунку ($k=20$)

8) На рис. 8.1 наведено прикладну програма інкрементного лічильника на мові FBD під час завантаження проекту в PLCSIM V16.

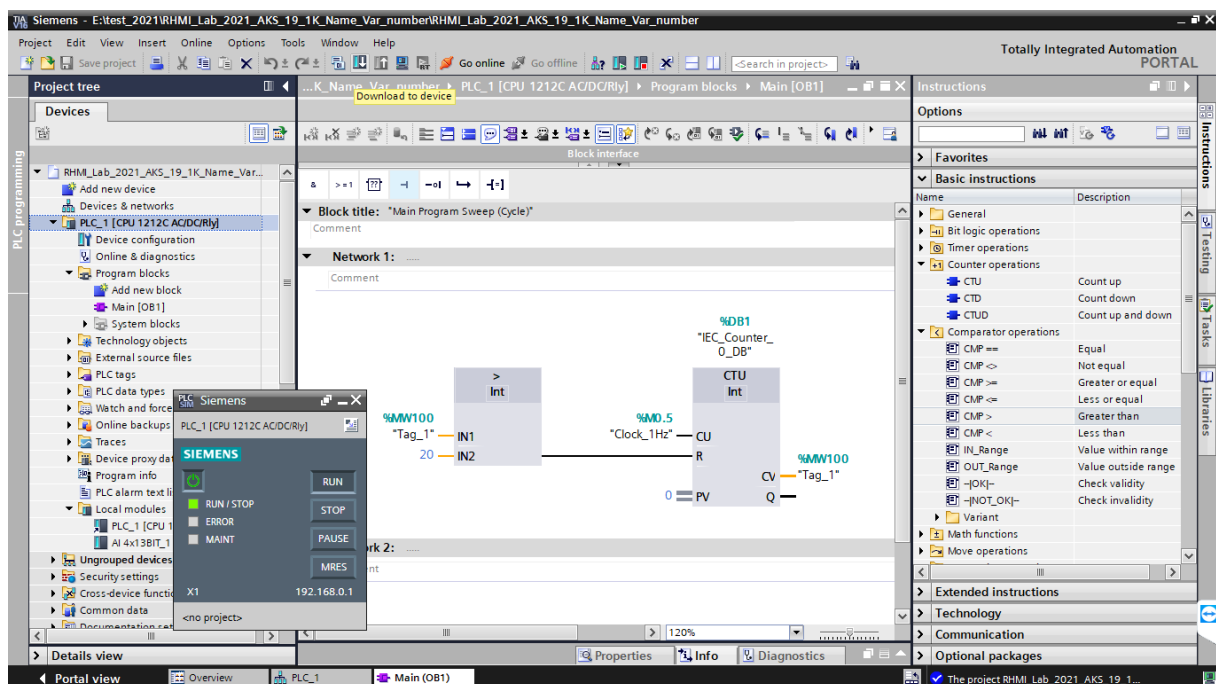


Рисунок 8.1 – Процес завантаження апаратної конфігурації і прикладної програми інкрементного лічильника на мові FBD в PLCSIM V16

На рис. 8.2 наведено прикладну програму інкрементного лічильника на мові FBD в режимі «on-line».

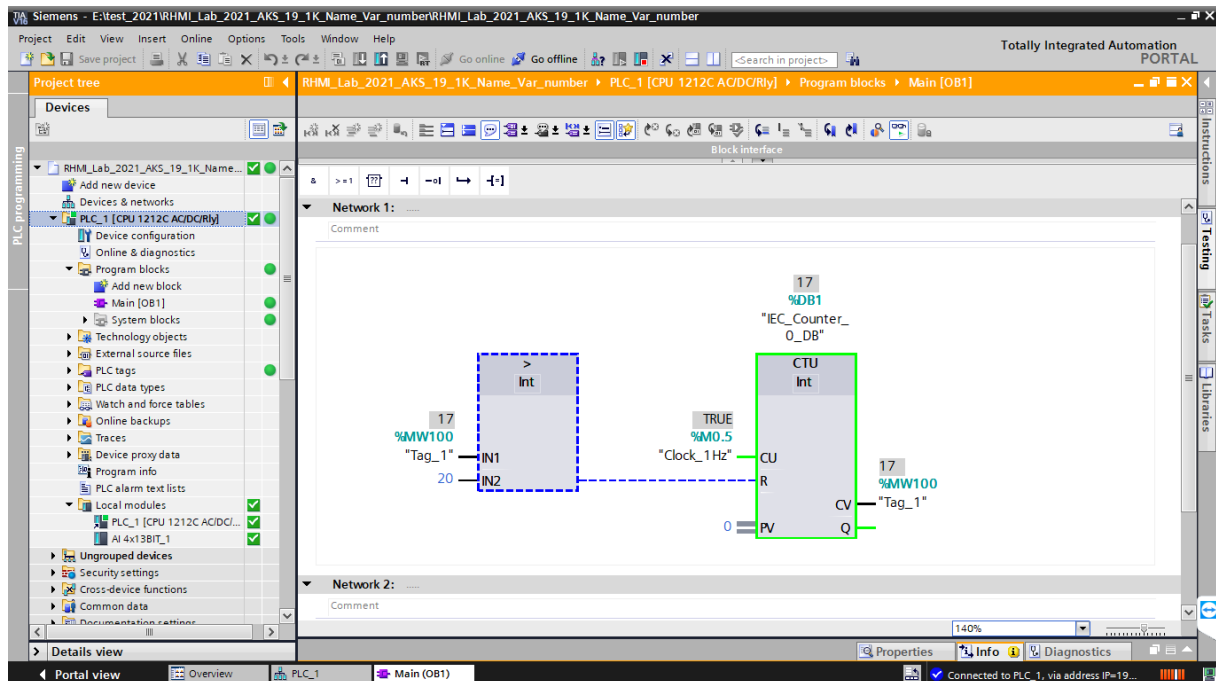


Рисунок 8.2 – Прикладна програма інкрементного лічильника на мові FBD в режимі «on-line»

9) інтегрувати в проект компоненти людино-машинного інтерфейсу (PC systems, PC station, SIMATIC PC-station, Simatic HMI application, WinCC RT Professional) (рис. 9.1).

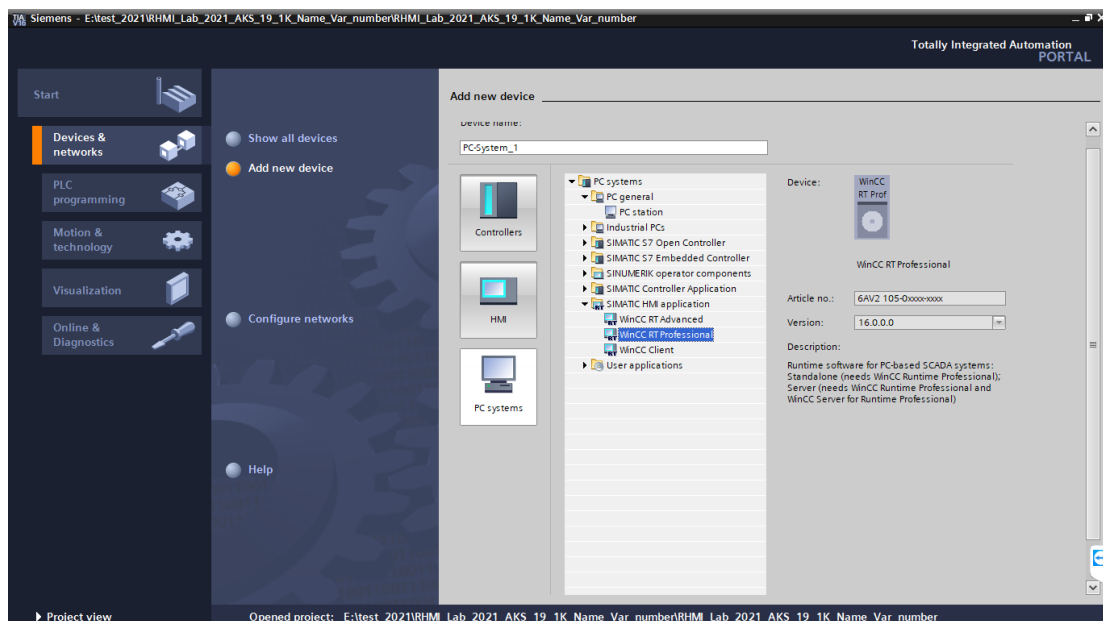


Рисунок 9.1 – Інтеграція в проект компонентів людино-машинного інтерфейсу (PC systems, PC station, SIMATIC PC-station, Simatic HMI application, WinCC RT Professional)

На рис. 9.2 наведено результат інтеграції в проект компонентів людино-машинного інтерфейсу (PC systems, PC station, SIMATIC PC-station, Simatic HMI application, WinCC RT Professional).

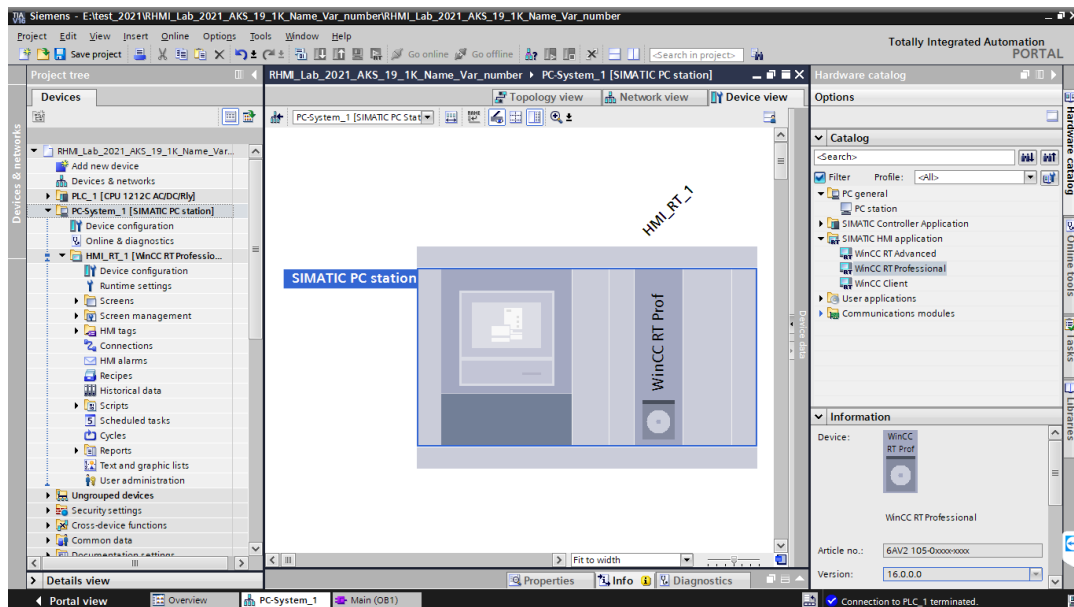


Рисунок 9.2 – результат інтеграції в проект компонентів людино-машинного інтерфейсу (PC systems, PC station, SIMATIC PC-station, Simatic HMI application, WinCC RT Professional)

На рис. 9.3 наведено вікно параметрів PC-System_1 [SIMATIC PC station].

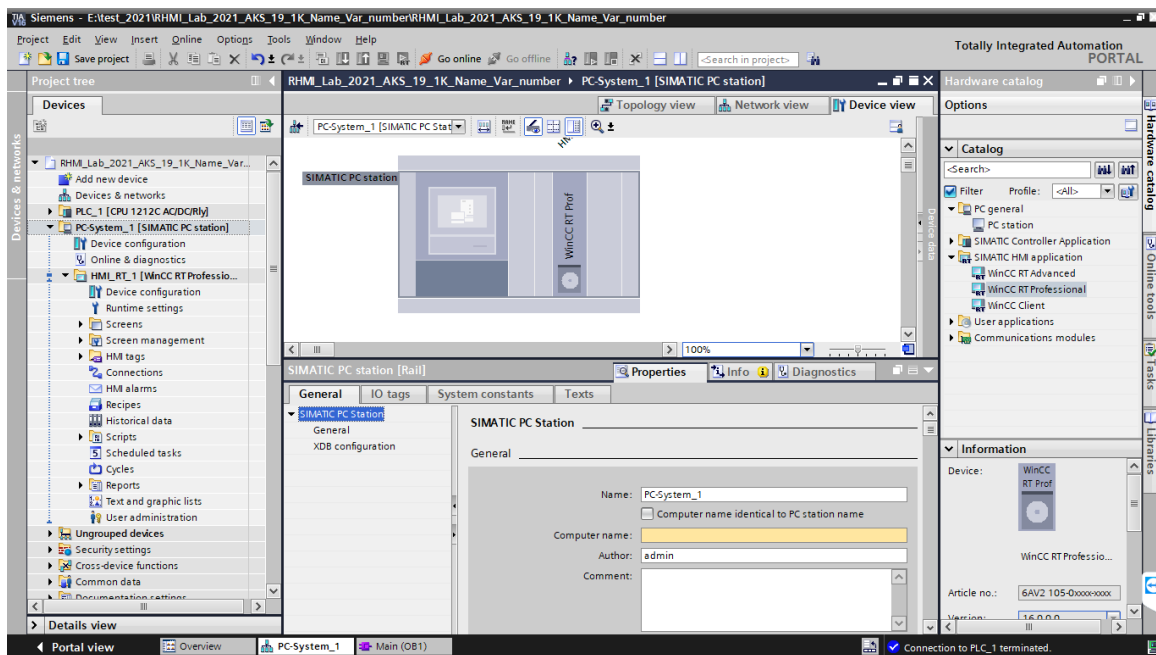


Рисунок 9.3 – Вікно параметрів PC-System_1 [SIMATIC PC station]

Далі необхідно в дереві проекту переназвати об'єкт PC-System_1 [SIMATIC PC station] іменем робочої станції на якій виконується проект і в параметрах активувати «Computer name identical to PC station name» (рис. 9.4).

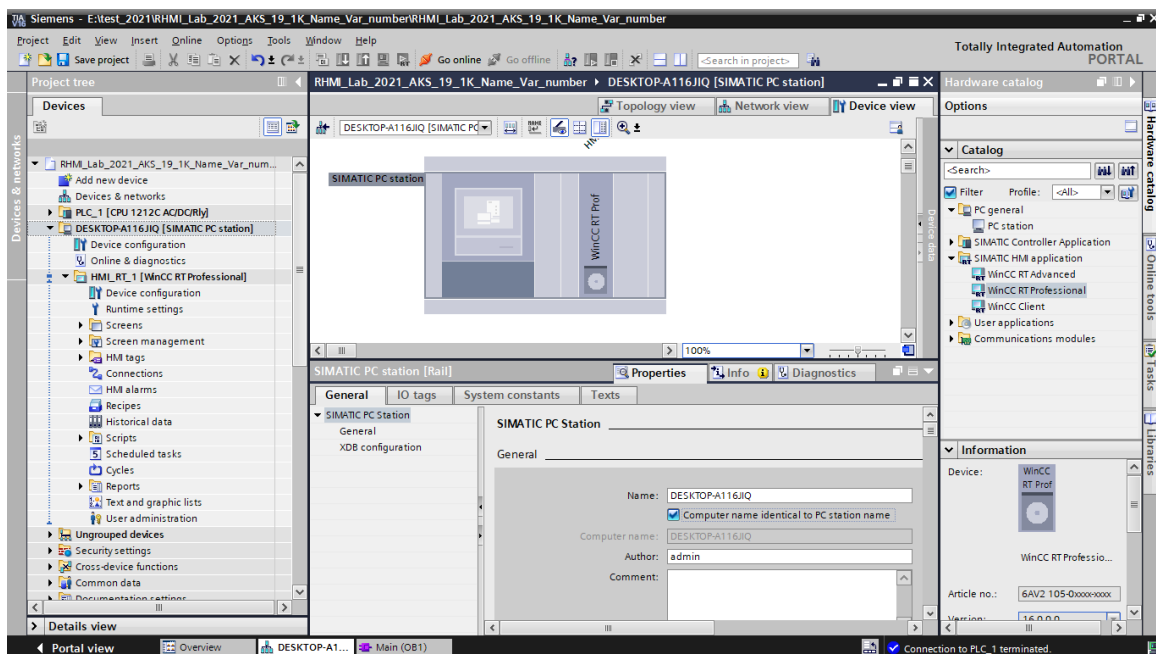


Рисунок 9.4 – Результат переназвви об'єку PC-System_1 [SIMATIC PC station] іменем робочої станції на якій виконується проект і активуваціі «Computer name identical to PC station name»

На рис. 9.5 наведено процедуру установки на «SIMATIC PC station» комунікаційного модуля (Communication modules, PROFINET/Ethernet, IE general) у відповідний слот.

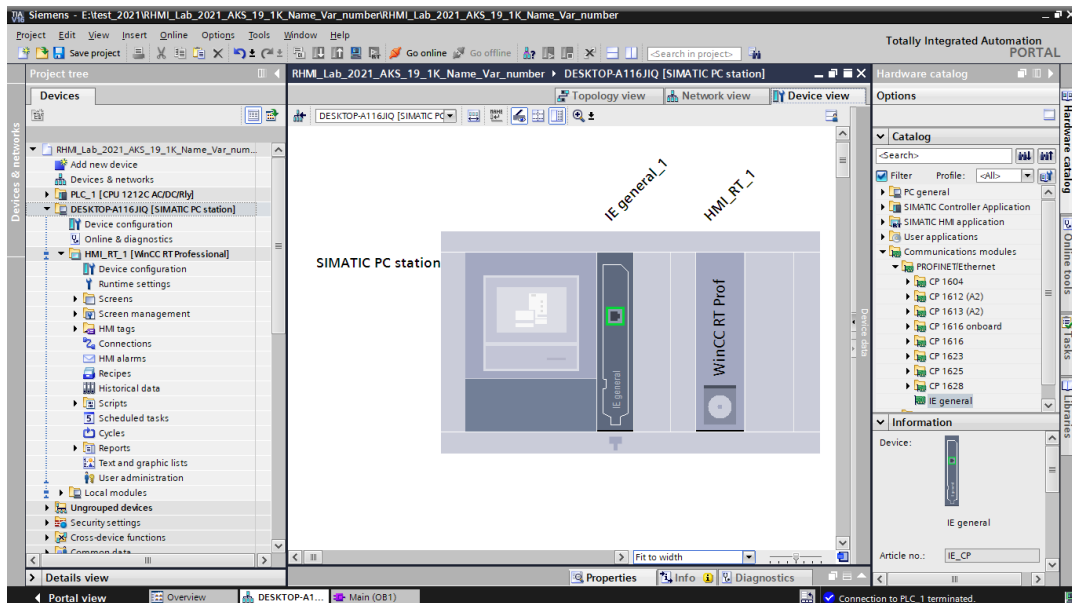


Рисунок 9.5 – Процедура установки на «SIMATIC PC station» комунікаційного модуля (Communication modules, PROFINET/Ethernet, IE general) у відповідний слот

На рис. 9.6 наведено процедуру організації і параметрування комунікаційного з'єднання між об'єктами «SIMATIC PC station» і «PLC_1» в модулі «Network view».

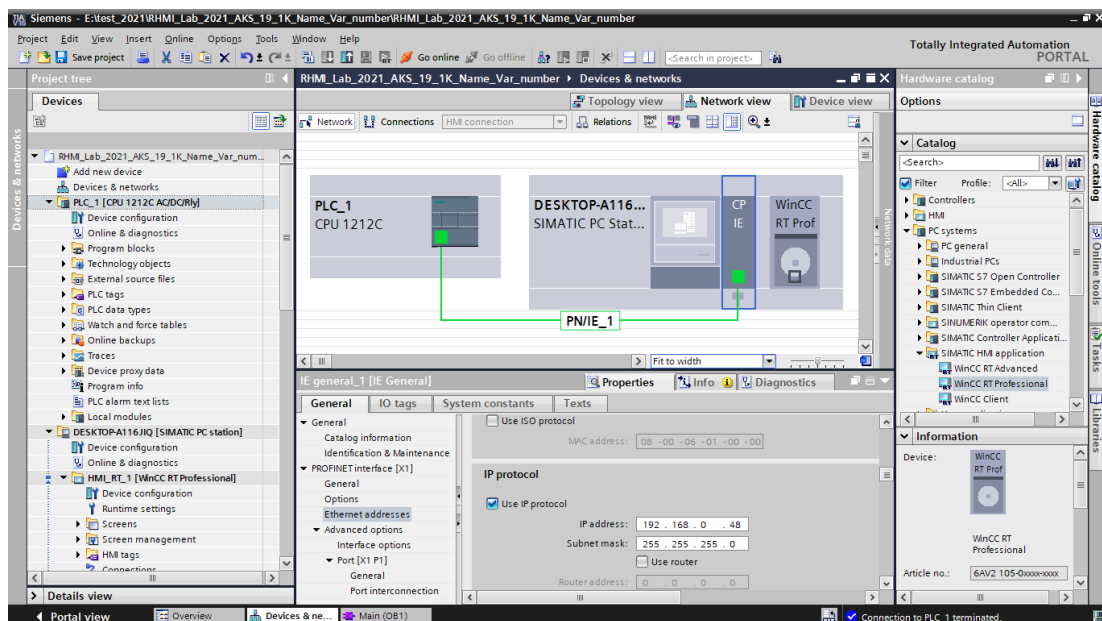


Рисунок 9.6 – Процедура організації і параметрування комунікаційного з'єднання між об'єктами «SIMATIC PC station» і «PLC_1» в модулі «Network view»

Необхідно налагодити комунікаційне середовище (Access point: PLCSIM.TCPIP.1) в розділі «Connections» дерева проекту (рис. 9.7).

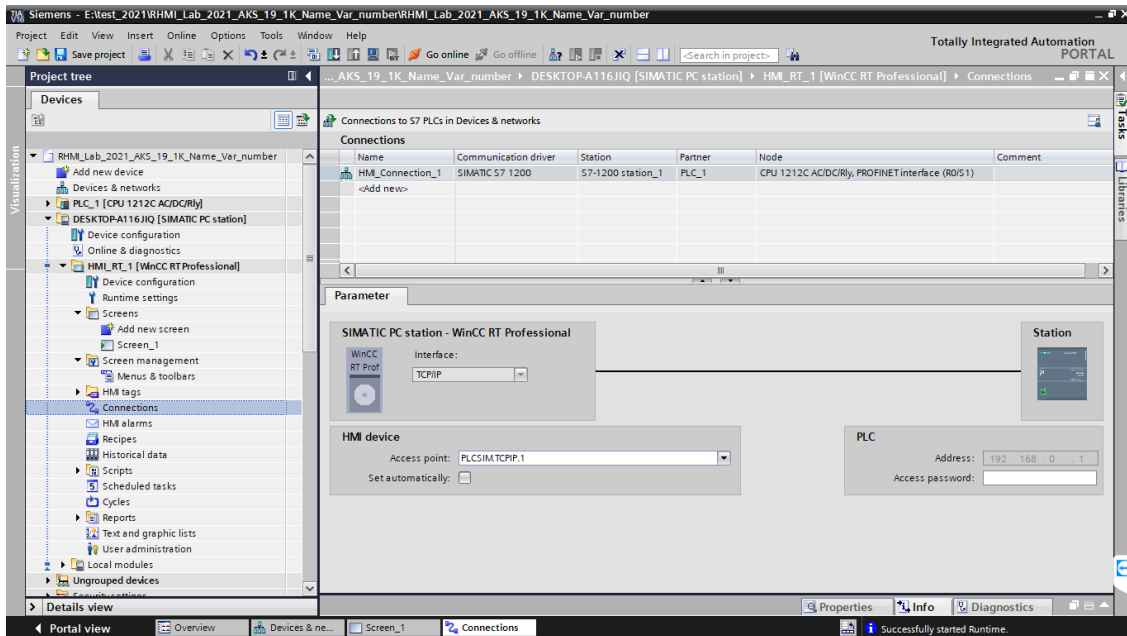


Рисунок 9.7 – Налагодження комунікаційного середовища в розділі «Connections» дерева проекту (Access point: PLCSIM.TCPIP.1)

10) візуалізація функціонування інкрементного лічильника з використанням об'єктів «поле вводу/виводу - I/O Field» і «шкала - Bar» з динамізацією кольору шкали через параметр «limit».

На рис. 10.1 наведено процедуру і результат створення мнемосхеми (Skreen_1) через команду в дереві проекту «Add new screen».

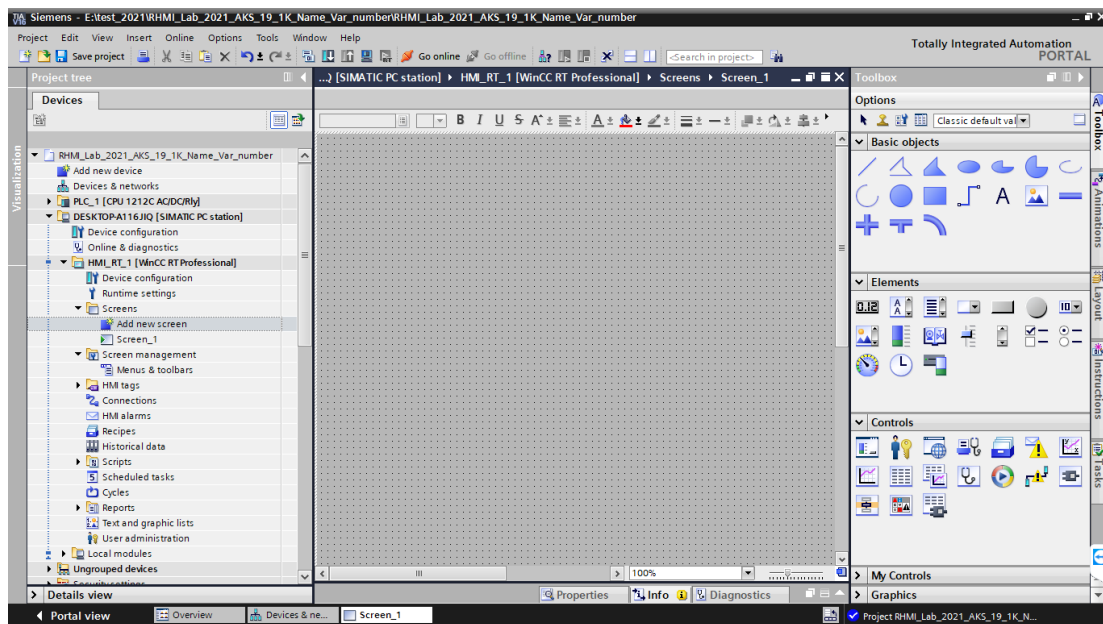


Рисунок 10.1 – Процедура і результат створення мнемосхеми (Screen_1) через команду в дереві проекту «Add new skreen».

Процес параметрування інкрементного лічильника з об'єктами «поле вводу/виводу - I/O Field» і «шкала - Bar» наведено на рис. 10.2-10.4.

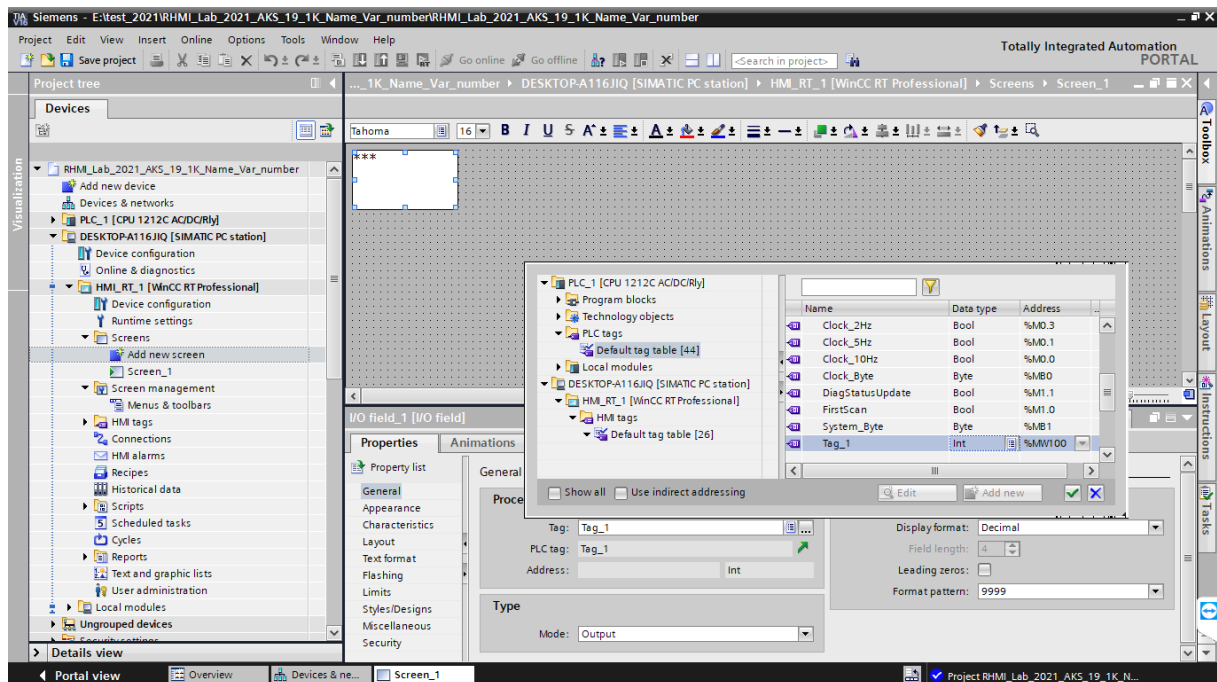


Рисунок 10.2 – Створення об'єкту «поле вводу/виводу - I/O Field» і прив'язка до тегу (Tag_1, Int, MW100)

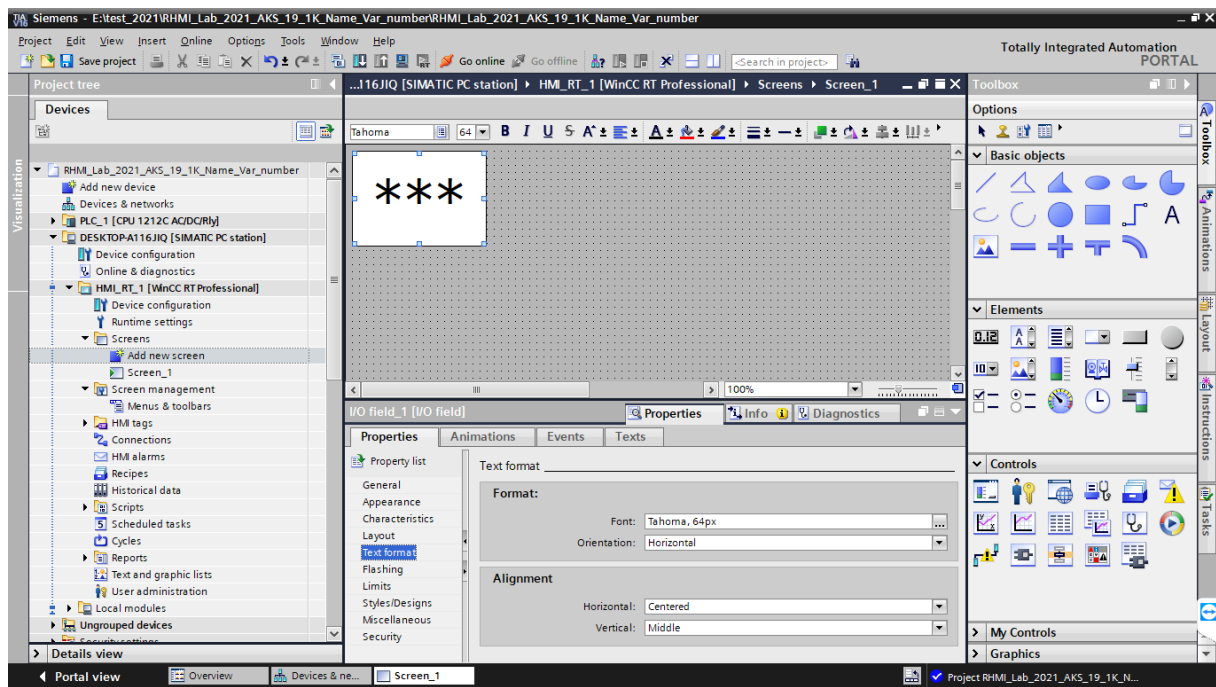


Рисунок 10.3 – Параметрування об'єкту «поле вводу/виводу - I/O Field» з прив'язкою до тегу (Tag_1, Int, MW100)

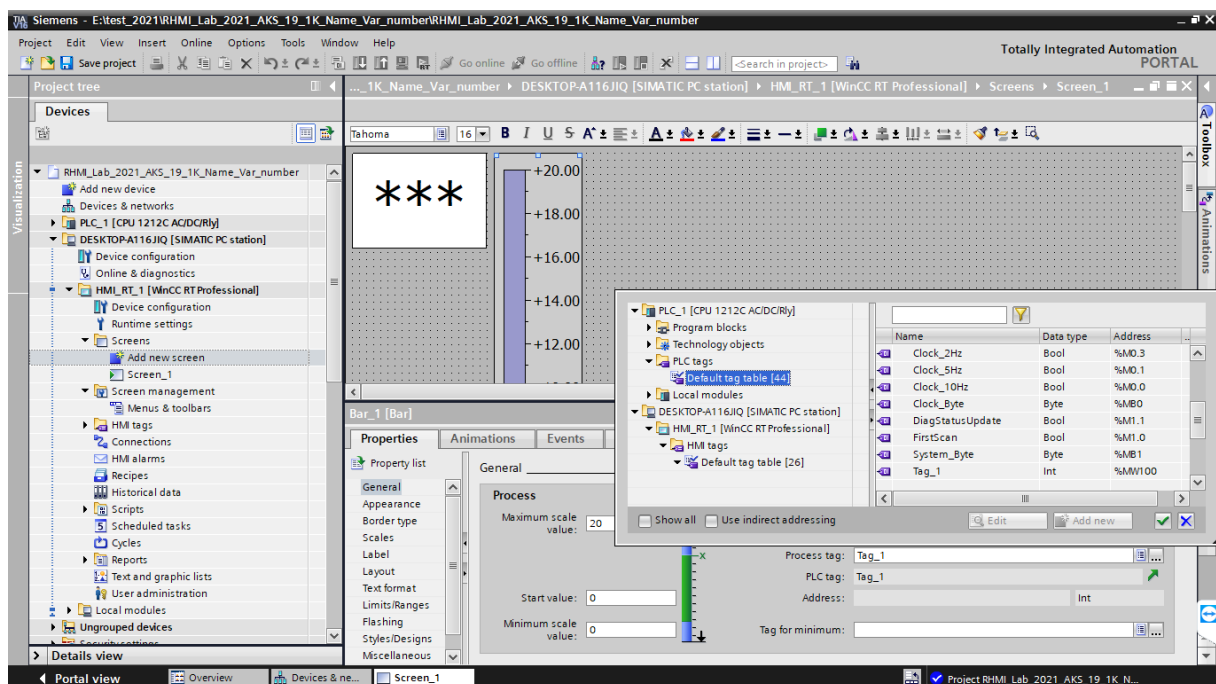


Рисунок 10.4 – Створення і параметрування об'єкту «шкала - Bar» з прив'язкою до тегу (Tag_1, Int, MW100)

Крім того, необхідно виконати наступні налаштування:
 - визначити цикл опитування тегів (250 ms) для «Screen_1» (рис. 10.5);

- в «Runtime settings» з доступних сервісів залишити тільки «Screens in runtime» (рис. 10.6);
- вибрати параметри виводу вікон «Window behavior» в «Runtime settings» (рис. 10.7).

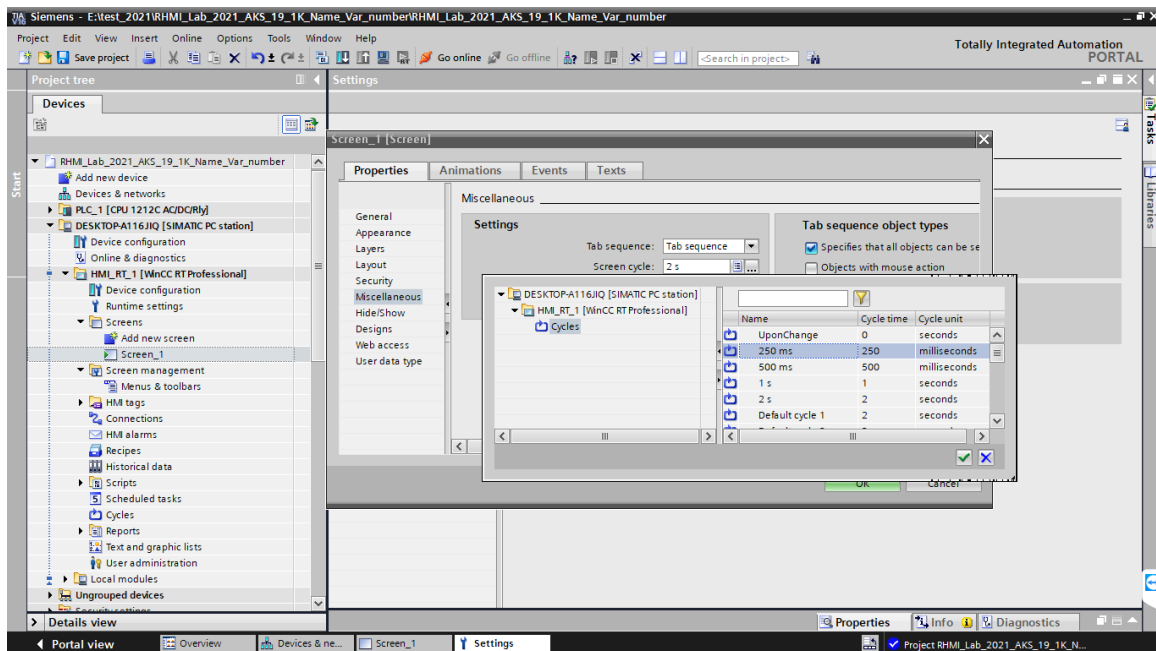


Рисунок 10.5 – Визначення циклу опитування тегів для «Screen_1»

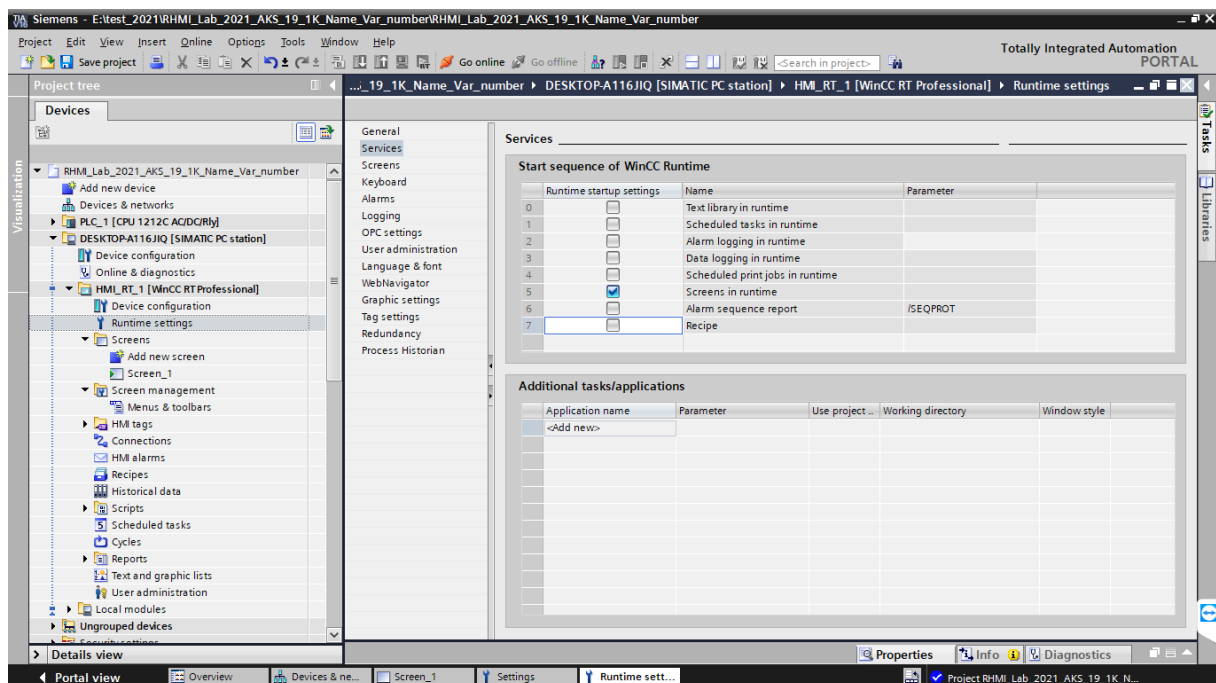


Рисунок 10.6 – Параметрування доступних сервісів в «Runtime settings»

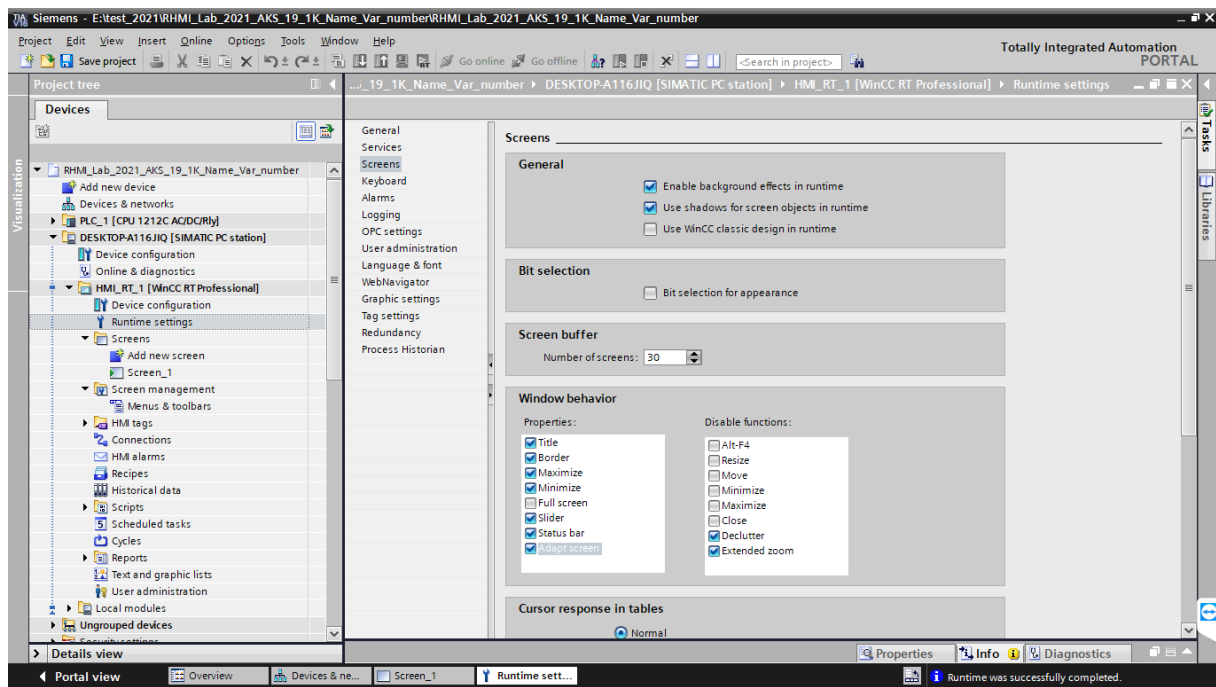


Рисунок 10.7 – Вибір параметрів виводу вікон «Window behavior» в «Runtime settings»

На рис. 10.8 наведено процедуру параметрування функції динамізації кольору об'єкту «шкала - Bar».

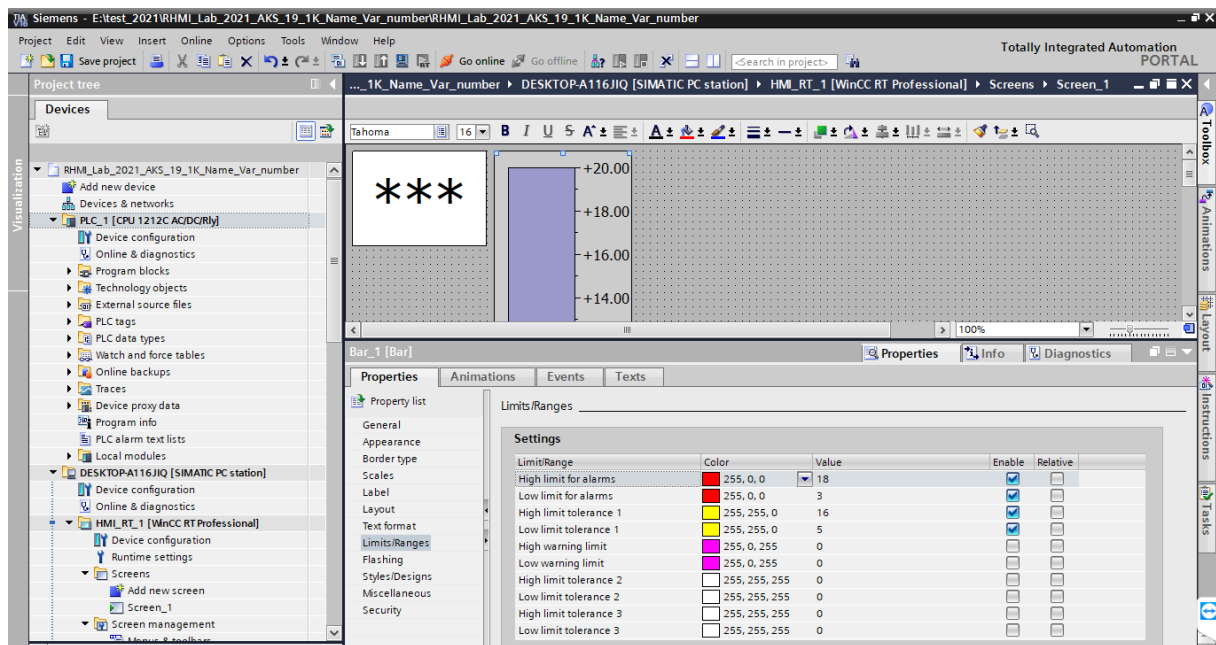


Рисунок 10.8 – Процедура параметрування функції динамізації кольору об'єкту «шкала - Bar»

Проект може бути запущений в режимі «run-time» після виконання ще кількох процедур:

- компіляція і збереження проекту;

- запись проекту через команду «Download to file system» за визначеним шляхом (рис. 10.9-10.12).

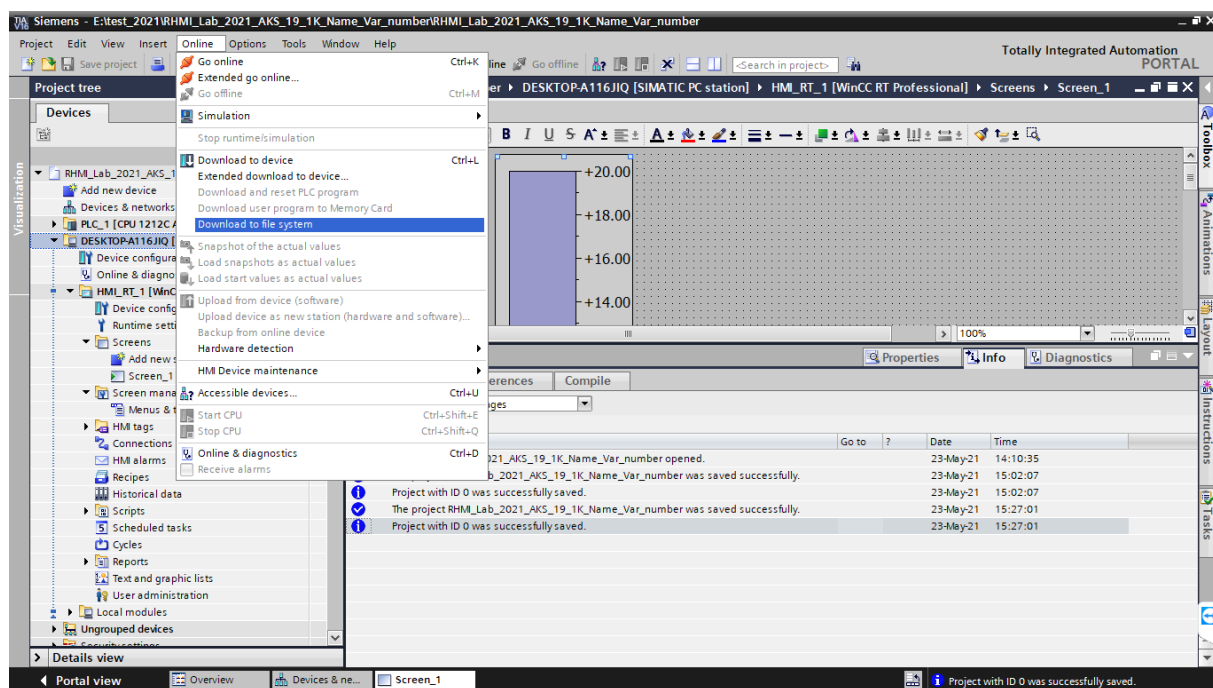


Рисунок 10.9 – Запис проекту через команду «Download to file system»

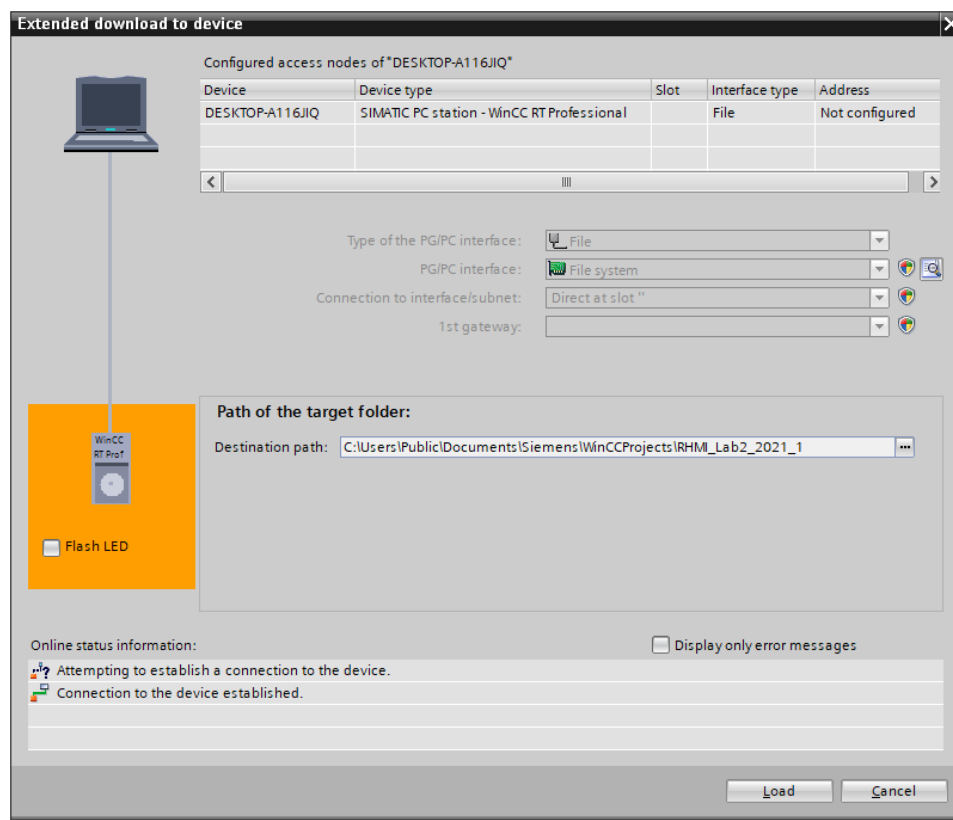


Рисунок 10.10 – Запис проекту через команду «Download to file system» за визначеним шляхом

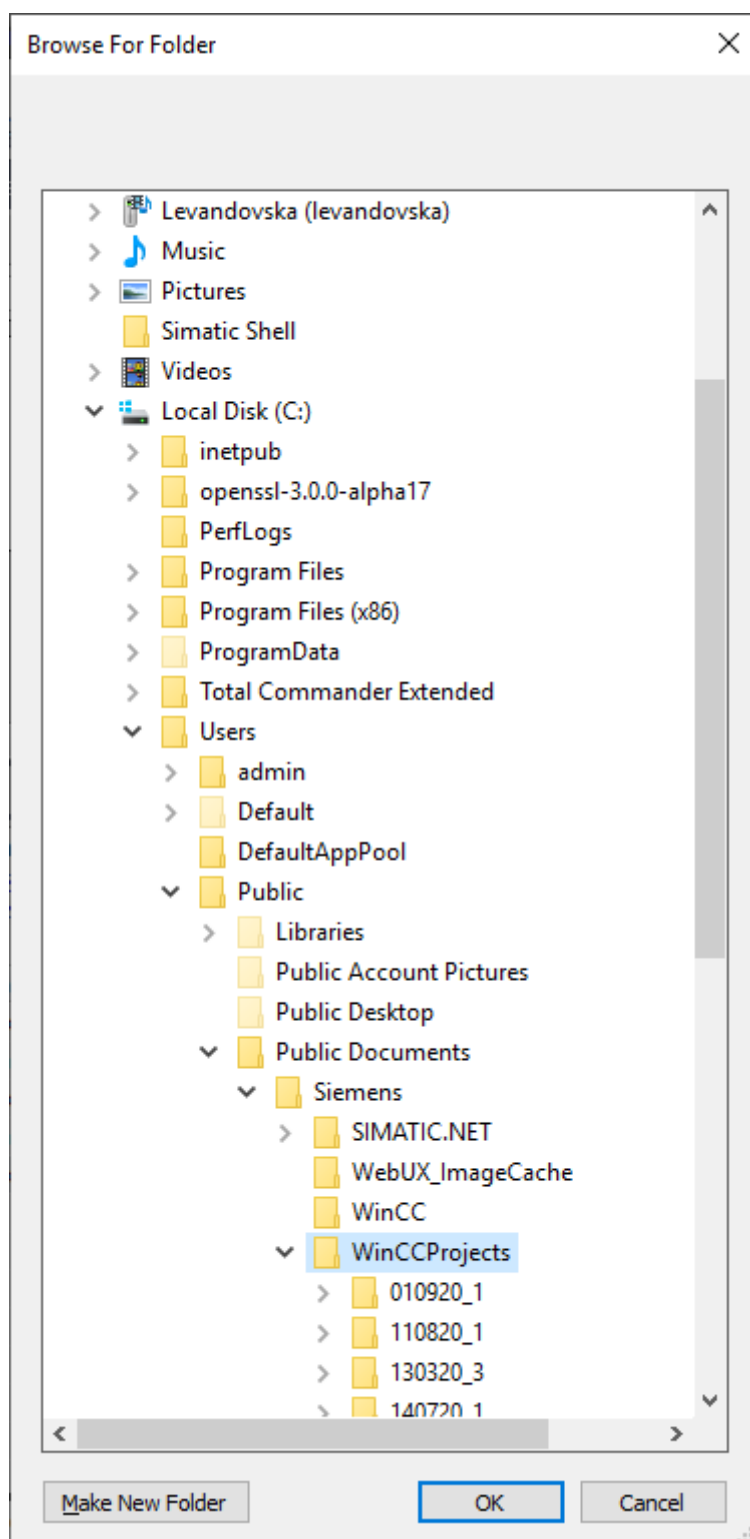


Рисунок 10.11 – Шлях для запису проекту через команду «Download to file system» (кінцева папка «WinCCProjects»)

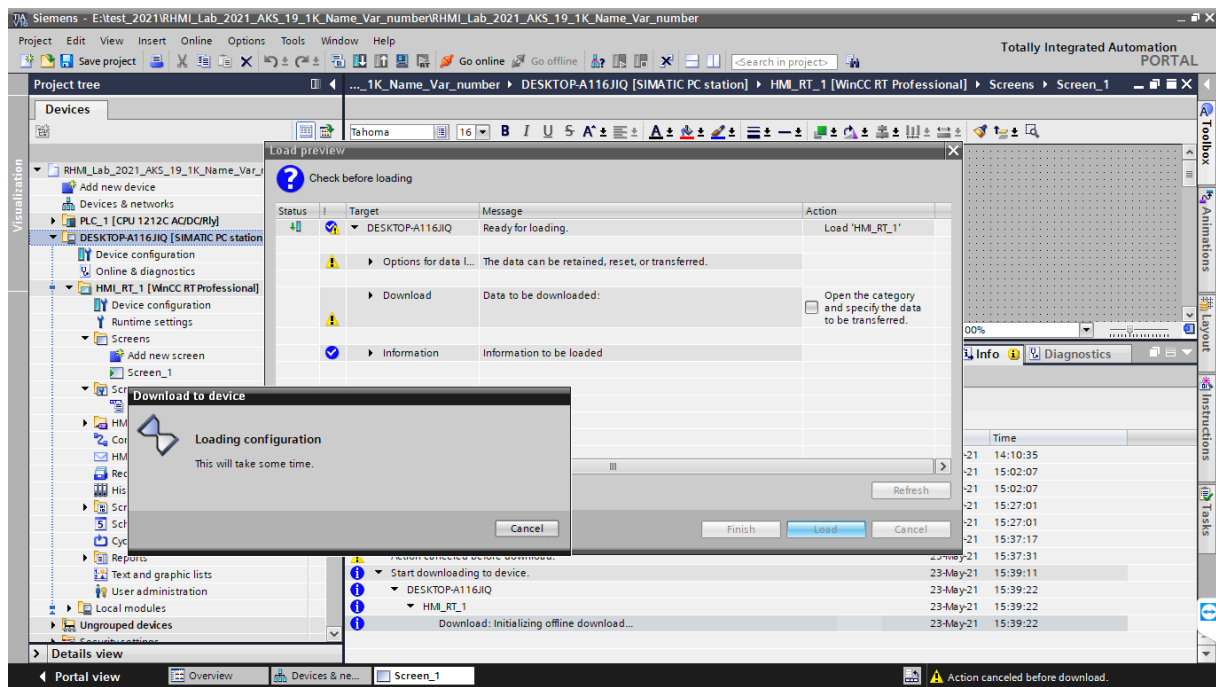


Рисунок 10.12 – Процес запису проекту через команду «Download to file system» за визначеним шляхом

Після запису проекту через команду «Download to file system» за визначеним шляхом, проект запускається в режимі «run-time» через інструмент «WinCC Runtime Start» (рис. 10.13-10.15).

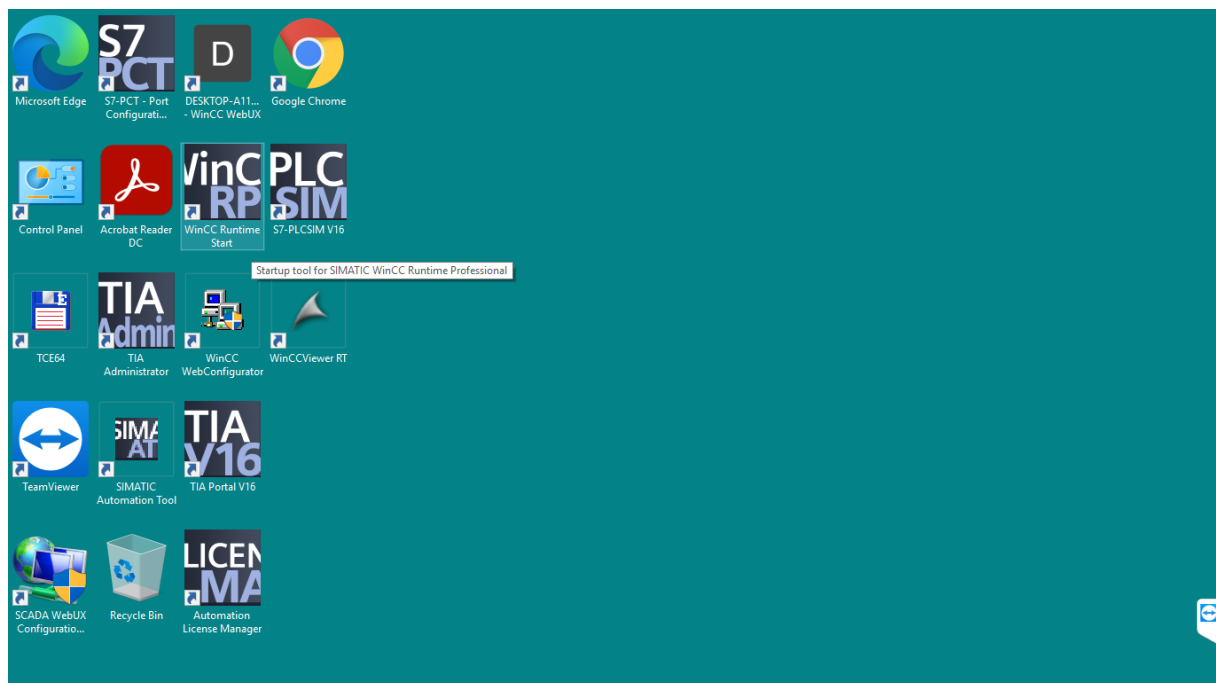


Рисунок 10.13 – Запуск проекту в режимі «run-time» через інструмент «WinCC Runtime Start»

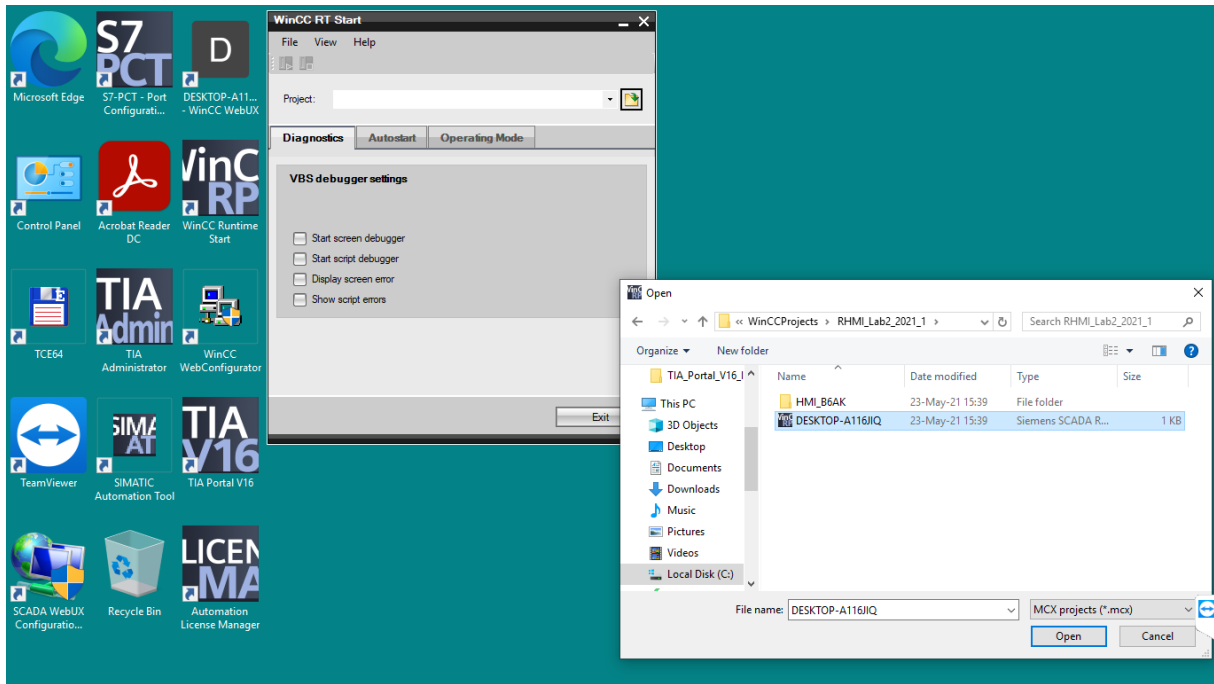


Рисунок 10.14 – Вибір проекту для запуску в режимі «run-time» через інструмент «WinCC Runtime Start»

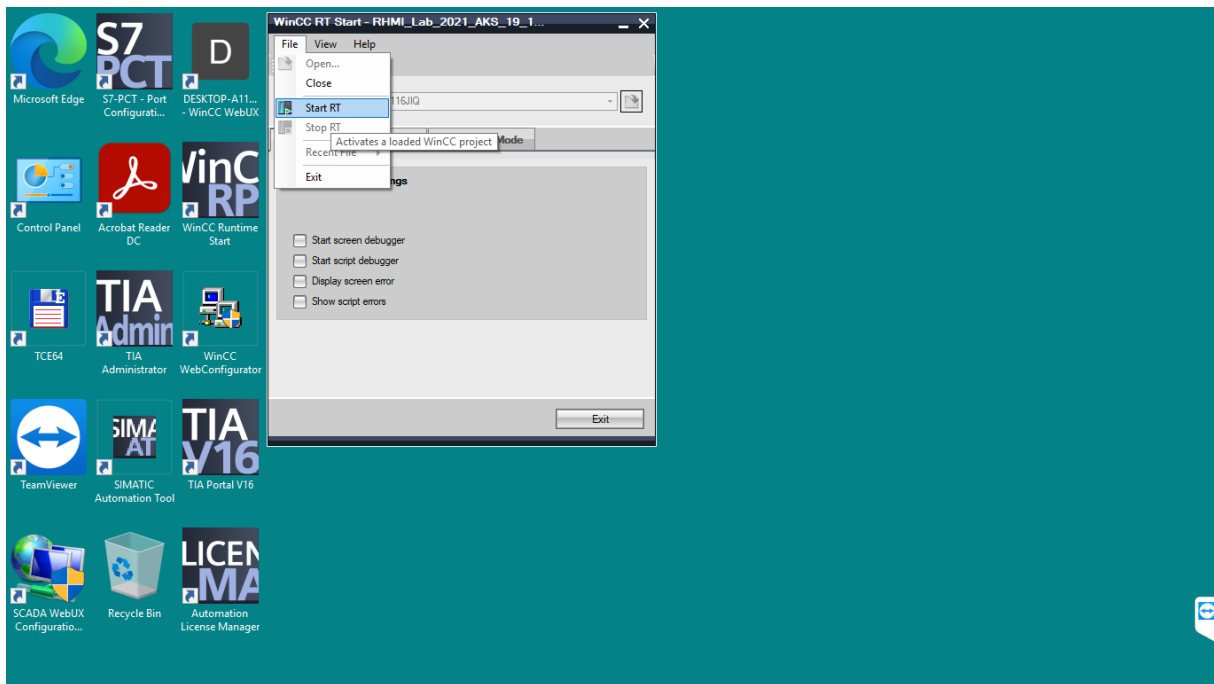


Рисунок 10.15 – Активація запуску проекту в режимі «run-time» через інструмент «WinCC Runtime Start»

Результатом активації проекту в режимі «run-time» буде вікно (рис. 10.16).

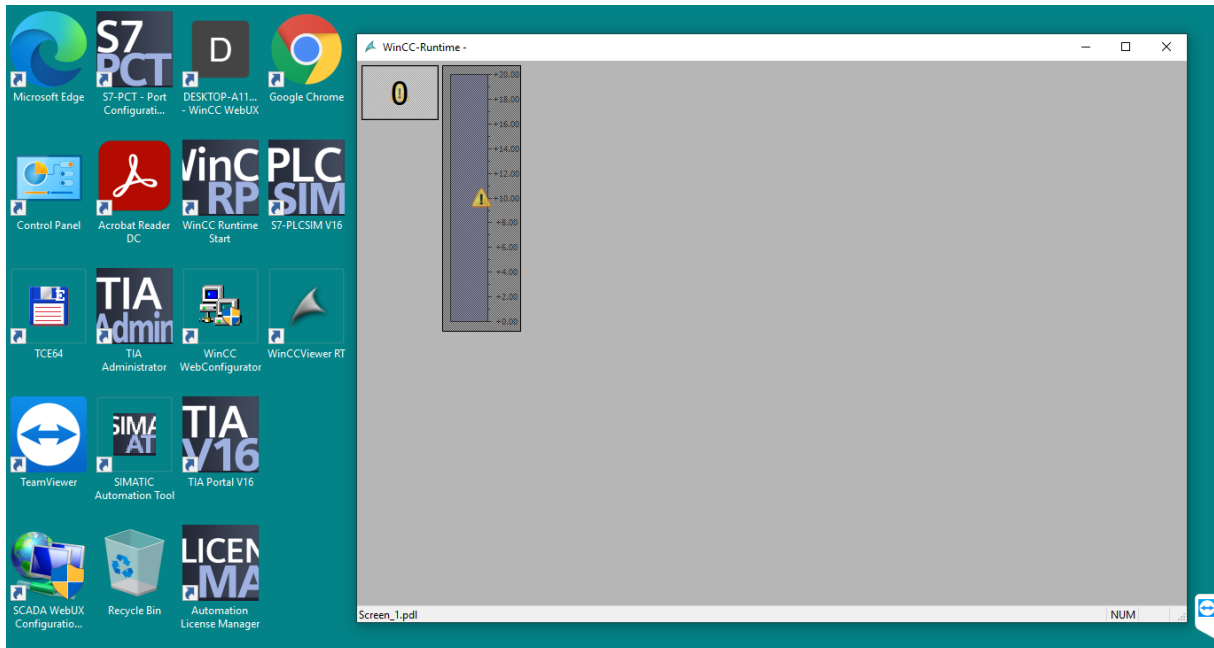


Рисунок 10.16 – Результат активації запуску проекту в режимі «run-time» через інструмент «WinCC Runtime Start»

На даному етапі, дані PLC_1 не поступають, потрібно записати проект PLC_1 в симулятор PLCSIM і запустити PLCSIM «пиктограма Start simulation» в режимі «Run» (рис. 10.17-10.19).

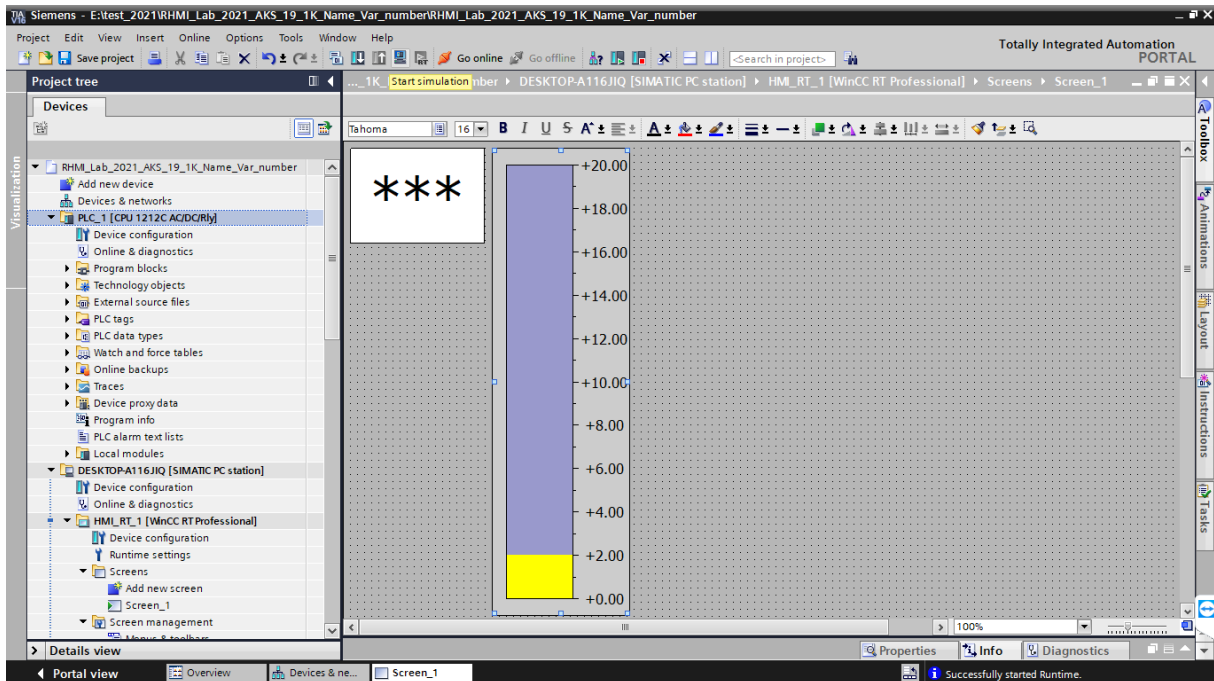


Рисунок 10.17 – Результат активації запуску проекту в режимі «run-time» через інструмент «WinCC Runtime Start»

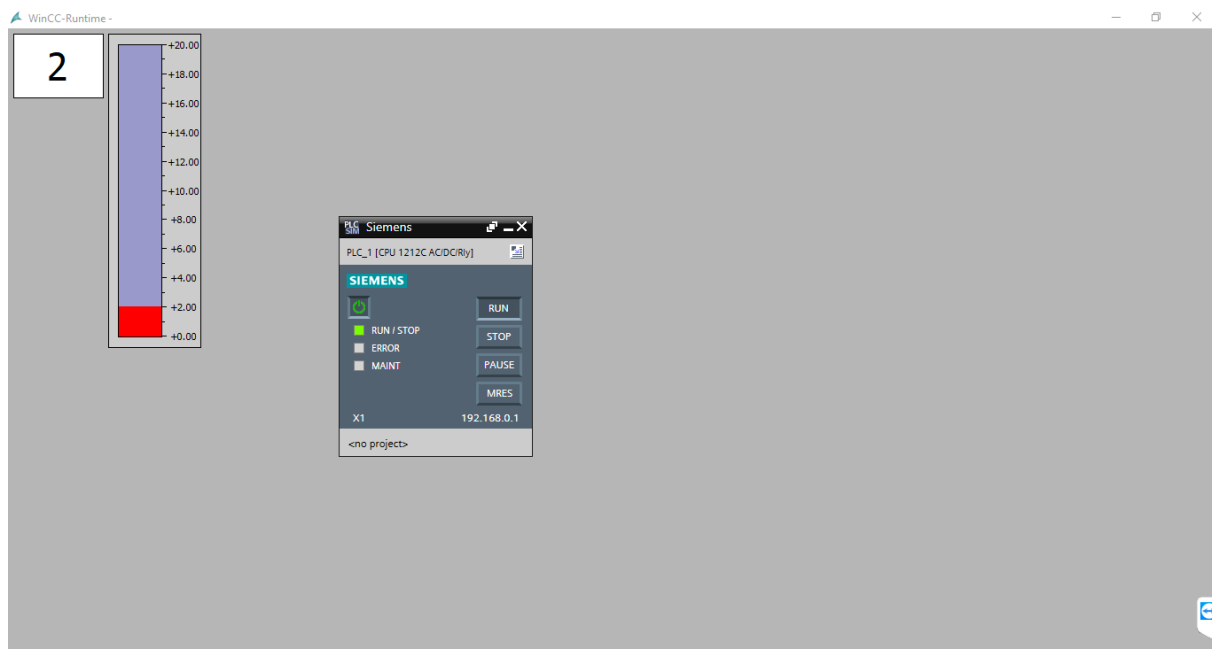


Рисунок 10.18 – Проект в режимі «run-time» через інструмент «WinCC Runtime Start» з динамізацією кольору за параметром «Limit/Range» (нижня границя – червоний колір нижче значення «2»)

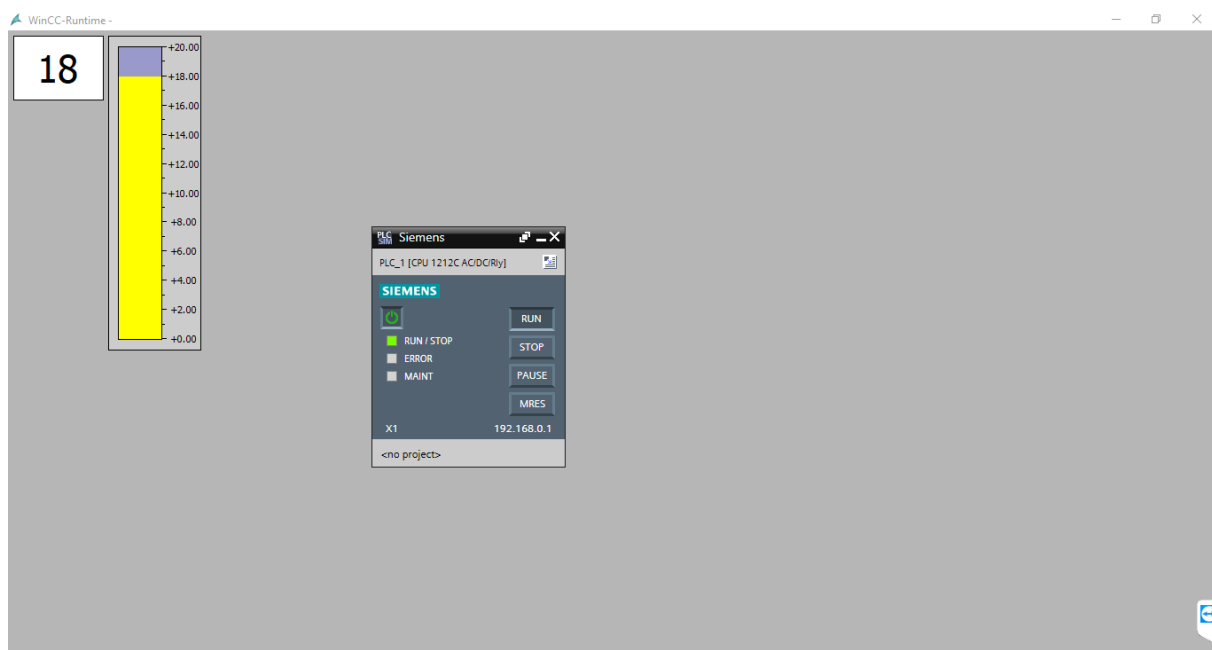


Рисунок 10.19 – Проект в режимі «run-time» через інструмент «WinCC Runtime Start» з динамізацією кольору за параметром «Limit/Range» (верхня границя – жовтий колір вище значення «16»)

11) організація WEB-орієнтованої клієнт-серверної топології на базі «WinCC RT Professional» і «WebNavigator Client» V16.

Для організації WEB-орієнтованої клієнт-серверної топології необхідно виконати наступні дії:

- інстальовати додатково програмний пакет «WinCC RT Professional» з параметрами відповідно до (рис. 11.1);

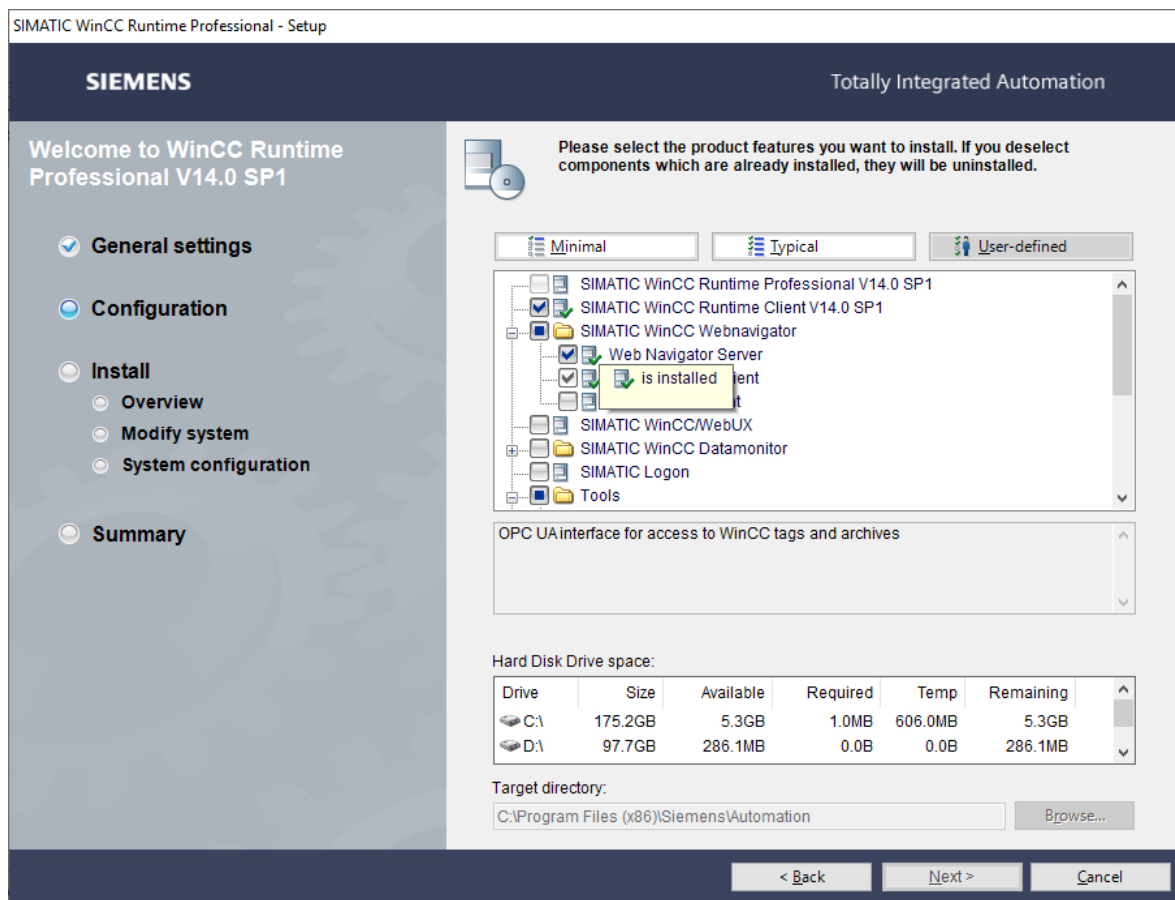


Рисунок 11.1 – Інсталяція додаткового програмного пакету «WinCC RT Professional» з визначеними параметрами

- встановити ключі відповідно до (окрема інструкція);
- відкрити доступ до WEB-сторінки сервера;
- визначити параметри доступу (Login (Name), Password, WebNavigator start screen) через інструмент «User Administration» в дереві проекту;
- компілювати, зберегти і записати проект через «File system» (див. рис. 10.9-10.12);
- виконати конфігурацію WEB-сервера через інструмент «WinCC Web Configurator»;
- виконати налаштування специфічного браузера «WinCCViewer RT»;
- запустити сервер і клієнтську частину проекту для демонстрації і тестування.

Процедура відкриття доступу до WEB-сторінки сервера показана на рис. 11.2.

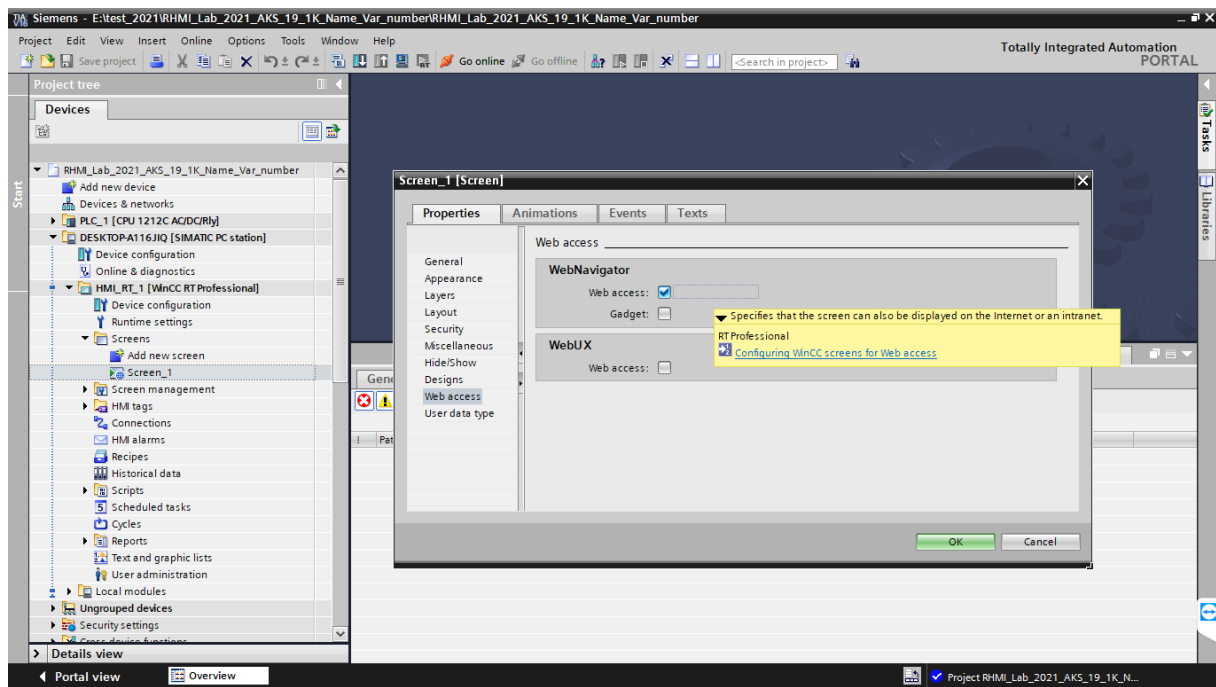


Рисунок 11.2 – Процедура відкриття доступу до WEB-сторінки сервера

Процедура визначення параметри доступу (Login (Name), Password, WebNavigator start screen) через інструмент «User Administration» наведена на рис. 11.3-11.4.

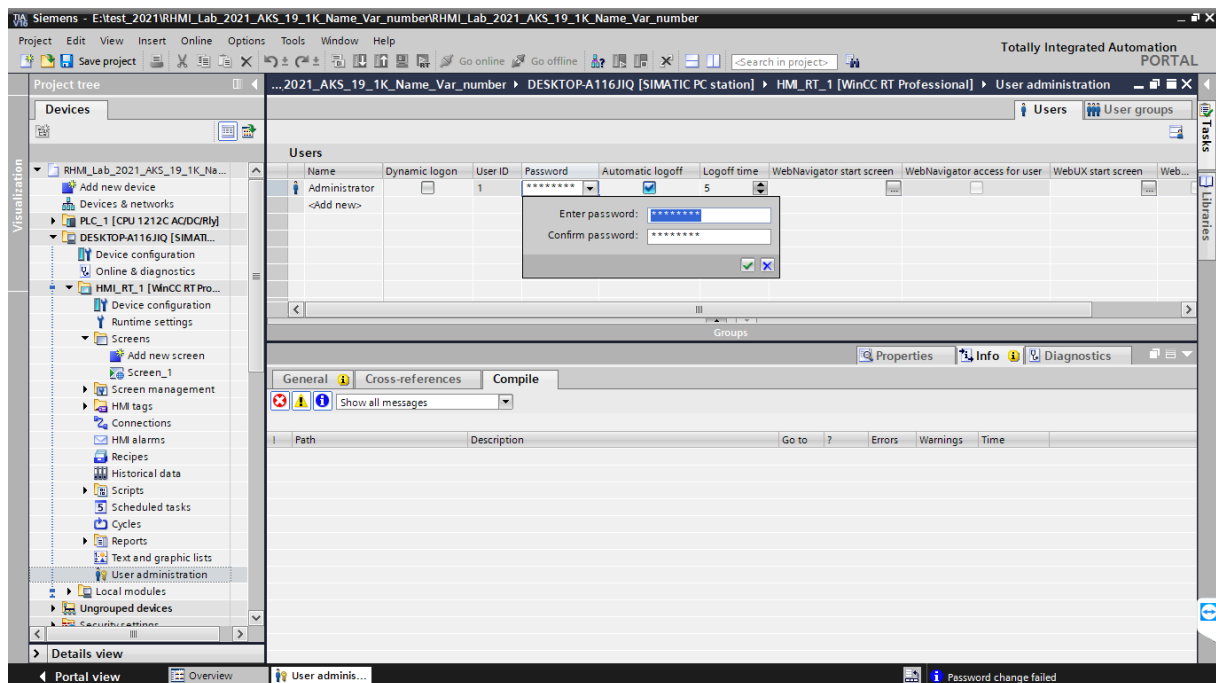


Рисунок 11.3 – Визначення параметрів доступу (Login (Name), Password) через інструмент «User Administration»

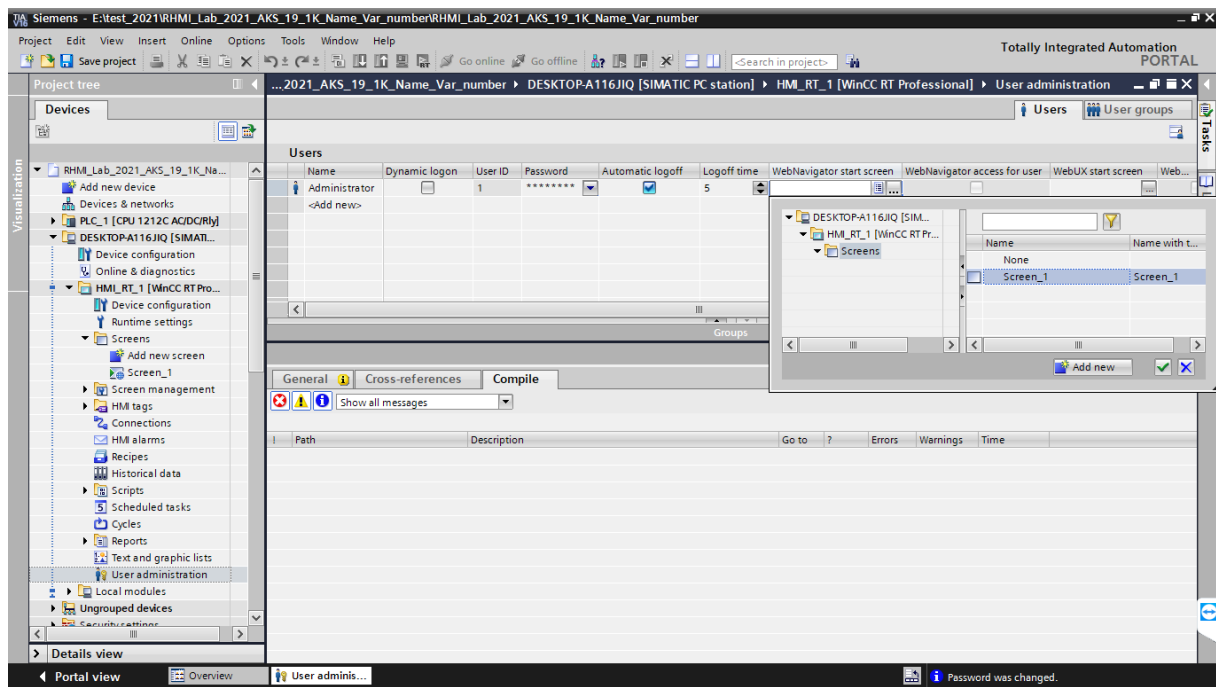


Рисунок 11.4 – Визначення параметрів доступу (WebNavigator start screen) через інструмент «User Administration»

Після компіляції, збереження і запису проекту через «File system», необхідно виконати конфігурацію WEB-сервера через інструмент «WinCC Web Configurator» (рис. 11.5-11.8).

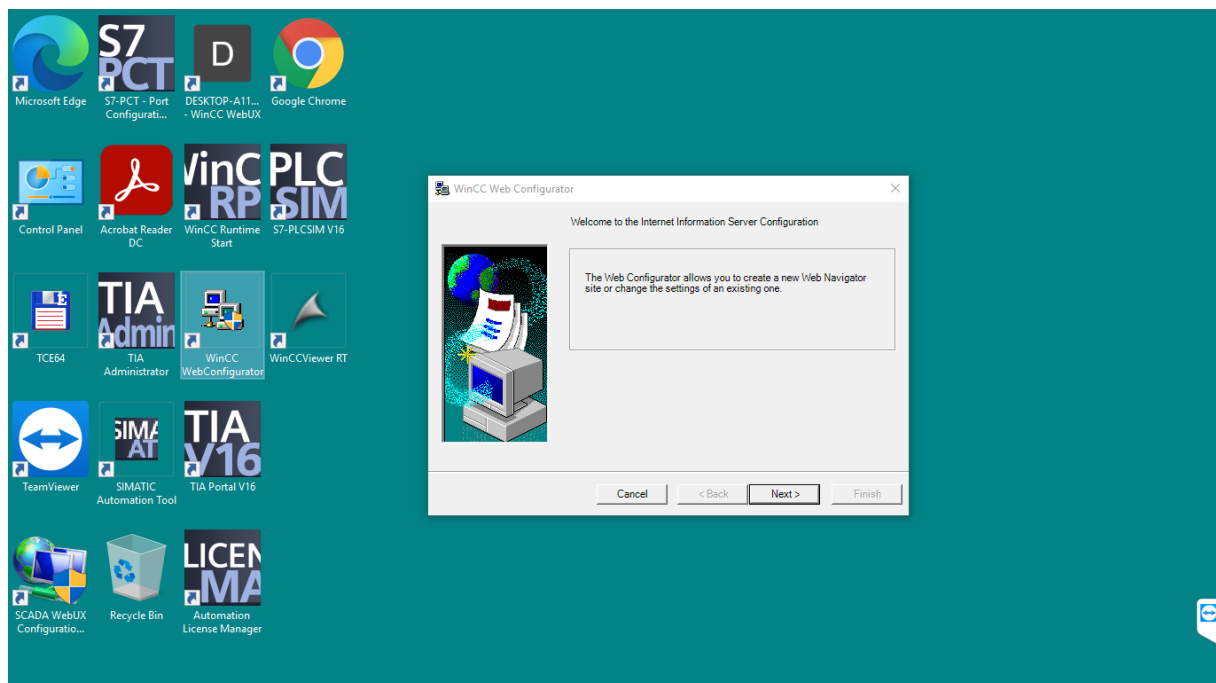


Рисунок 11.5 – Конфігурація WEB-сервера через інструмент «WinCC WebConfigurator» (активація «WinCC WebConfigurator»)

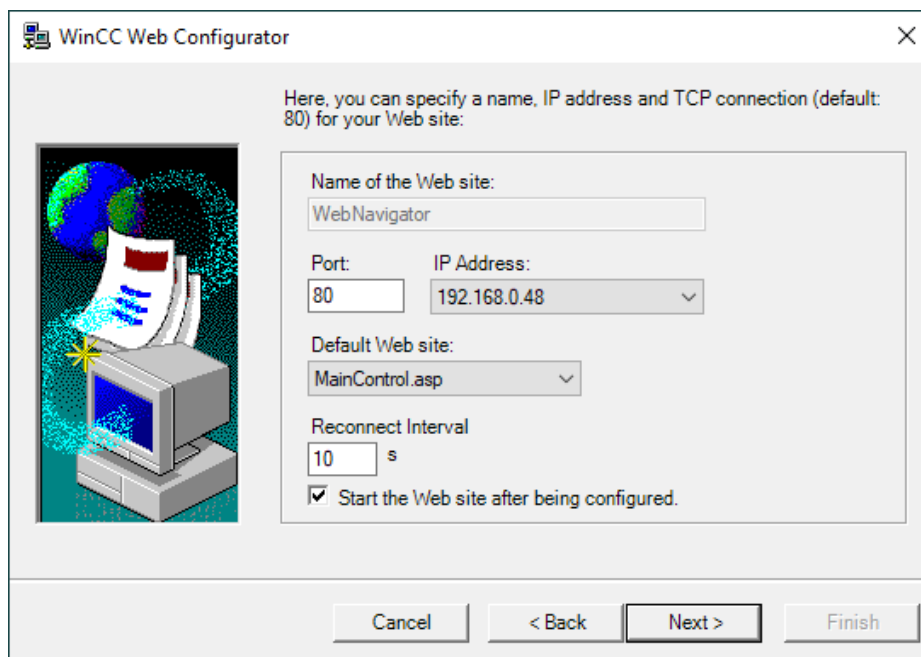


Рисунок 11.6 – Конфігурація WEB-сервера через інструмент «WinCC WebConfigurator» (визначення параметрів)

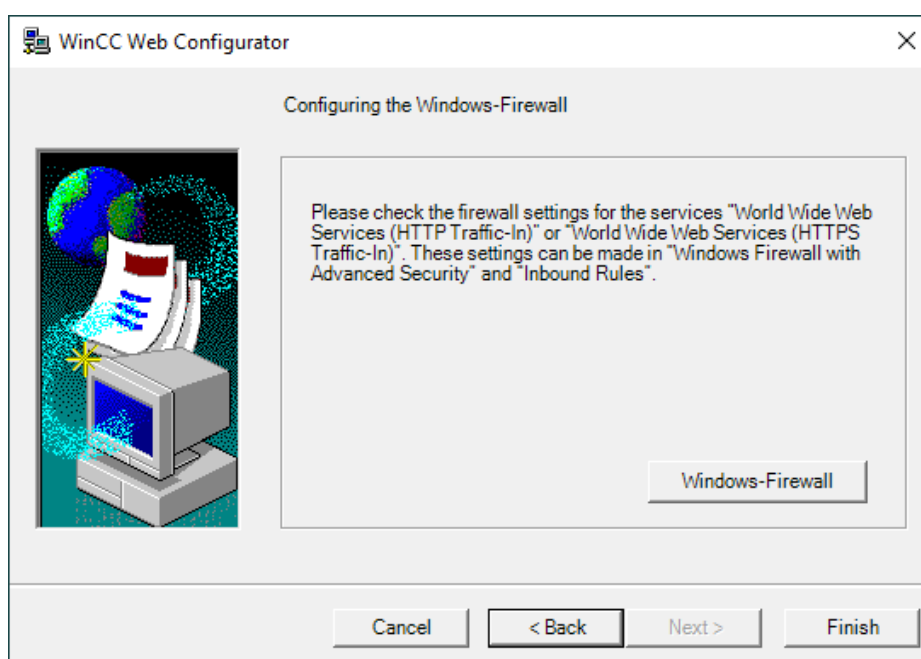


Рисунок 11.7 – Конфігурація WEB-сервера через інструмент «WinCC WebConfigurator» (конфігурація «Windows-Firewall»)

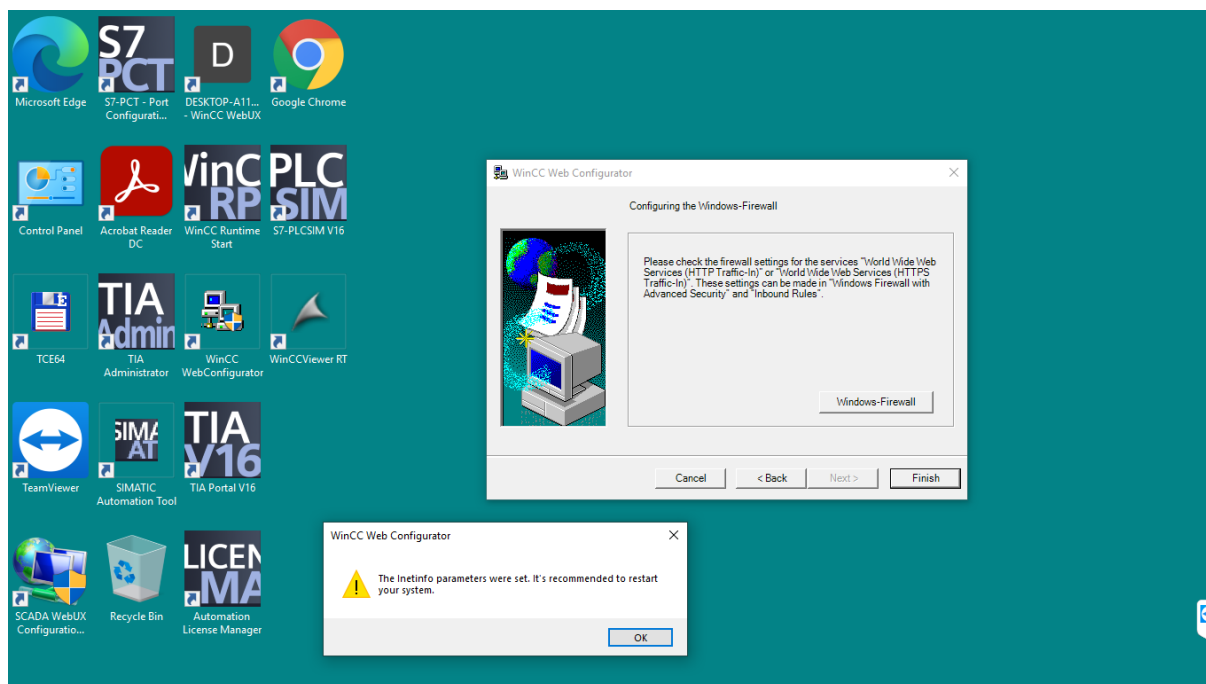


Рисунок 11.8 – Конфігурація WEB-сервера через інструмент «WinCC WebConfigurator» (завершення конфігурації)

На рис. 11.9 наведено результат функціонування WEB-орієнтованої клієнт-серверної системи в режимі «run-time» на базі браузера «WinCC Viewer RT».

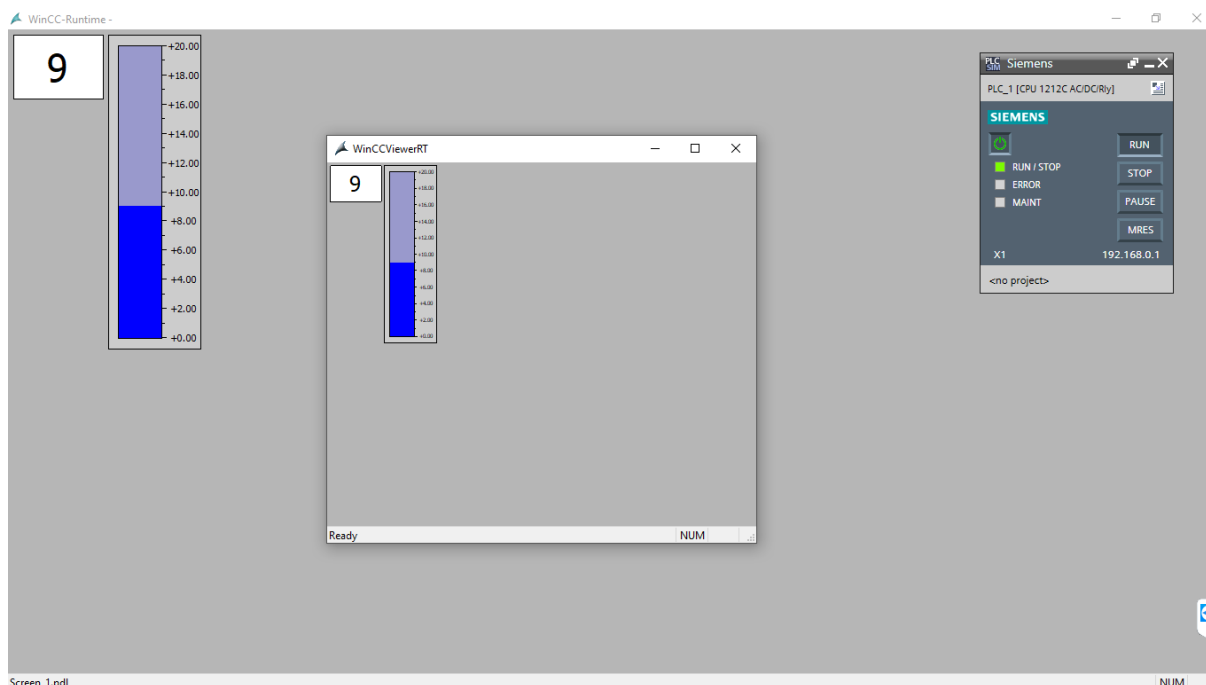


Рисунок 11.8 – Результат функціонування WEB-орієнтованої клієнт-серверної системи в режимі «run-time» на базі браузера «WinCC Viewer RT»

Контрольні запитання до лабораторної роботи №5-6:

- 1) склад і призначення програмних модулів TIA Portal для проектування WEB-орієнтованих систем управління на базі SCADA;
- 2) процедура активації інстальованих програмних модулів TIA Portal;
- 3) послідовність і особливості створення проекту в програмному модулі STEP 7 Professional;
- 4) в чому полягає конфігурація апаратних засобів проекту в STEP 7 Professional ?
- 5) в чому полягає параметрування PLC і SM і які основні параметри апаратних засобів використовуються в проектах STEP 7 Professional ?
- 6) послідовність процедури налагодження комунікаційного середовища проекту;
- 7) послідовність процедури створення прикладної програми на мові FBD стандарту IEC 61131-3;
- 8) послідовність завантаження проекту в PLCSIM V16 і симуляції в режимі «on-line»;
- 9) призначення входів-виходів програмних інструкцій і екземплярних (Instance) блоків даних (DB – Data block);
- 10) елементарні формати даних стандарту IEC 61131-3;
- 11) призначення і технічні характеристики компонентів людино-машинного інтерфейсу на базі апаратно-програмних засобів Simatic S7;
- 12) процедура інтеграції компонентів людино-машинного інтерфейсу в проект на базі апаратно-програмних засобів Simatic S7;
- 13) призначення і технічні характеристики SCADA WinCC Professional;
- 14) способи та інструментарій для SCADA WinCC Professional;
- 15) основні графічні об'єкти при роботі зі SCADA WinCC Professional;
- 16) організація сумісної роботи WEB-орієнтованої клієнт-серверної системи в режимі «run-time» з PLC Simatic S7-1200;
- 17) процедура симуляції роботи WEB-орієнтованої клієнт-серверної системи в режимі «run-time».

Варіанти завдань до лабораторної роботи №1-4

№	CPU	SB, SM, CM	SCADA WinCC, графічні об'єкти	*k	Limit/Range: *L
1	CPU 1211C DC/DC/Relay V4.2	SB 1231 AI 1 x 12 bit; CM 1243-5 PROFIBUS DP Master	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	11	High limit for alarms - червоний Low limit for alarms – червоний High limit tolerance_1 - жовтий Low limit tolerance_1 - жовтий
2	CPU 1211C AC/DC/Relay V4.2	SB 1221 DI 4 x 24 V DC, 200 kHz; CM 1241 RS232	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)"	12	High limit for alarms - оранжевий Low limit for alarms – оранжевий High limit tolerance_1 - жовтий Low limit tolerance_1 - жовтий
3	CPU 1212C AC/DC /Relay V4.2	SM 1231 AI 4 x 16 bit; SB 1223 DI 2 x 24 V DC / DQ 2 x 24 V DC, 200 kHz	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	13	High limit for alarms – темно червоний Low limit for alarms – темно червоний High limit tolerance_1 - жовтий Low limit tolerance_1 - жовтий
4	CPU 1211C DC/DC/DC V4.2	SB 1222 DQ 4 x 24 V DC, 200 kHz; CM 1241 RS422/485	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	14	High limit for alarms - червоний Low limit for alarms – червоний High limit tolerance_1 - зелений Low limit tolerance_1 - зелений
5	CPU 1212C DC/DC/DC V4.2	SM 1232 AQ 2 x 14 bit; SB 1223 DI 2 x 5 V DC / DQ 2 x 5 V DC, 200 kHz	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	15	High limit for alarms - оранжевий Low limit for alarms – оранжевий High limit tolerance_1 - зелений Low limit tolerance_1 - зелений
6	CPU 1212C DC/DC/Relay V4.2	SM 1231 AI 4 x 13 bit; SB 1222 DQ 4 x 24 V DC, 200 kHz	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	16	High limit for alarms - темно червоний Low limit for alarms – темно червоний High limit tolerance_1 - зелений Low limit tolerance_1 - зелений
7	CPU 1214C DC/DC/Relay V4.2	SM 1231 AI 8 x 13 bit; SB 1222 DQ 4 x 5 V DC, 200 kHz	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	17	High limit for alarms - червоний Low limit for alarms – червоний High limit tolerance_1 – світло синій Low limit tolerance_1 - світло синій
8	CPU 1214C AC/DC/Relay	SM 1232 AQ 4 x 14 bit; SB 1223 DI 2 x 24 V DC, DQ 2 x 24 V DC	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)"	18	High limit for alarms - оранжевий Low limit for alarms – оранжевий High limit tolerance_1 - світло синій Low limit tolerance_1 - світло синій
9	CPU 1215C AC/DC/Relay V4.2	SM 1234 AI 4 x 13 bit / AQ 2 x 14 bit; SM 1221 DI 8 x 24 V DC	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	19	High limit for alarms – темно червоний Low limit for alarms – темно червоний High limit tolerance_1 - світло синій Low limit tolerance_1 - світло синій
10	CPU 1214C DC/DC/DC V4.2	SB 1232 AQ 1 x 12 bit; SM 1221 DI 16 x 24 V DC	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	20	High limit for alarms - червоний Low limit for alarms – червоний High limit tolerance_1 - білий Low limit tolerance_1 - білий
11	CPU 1215C DC/DC/DC V4.2	SM 1221 DI 8 x 24 V DC; SM 1231 AI 4 x 13 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	21	High limit for alarms - оранжевий Low limit for alarms – оранжевий High limit tolerance_1 - білий Low limit tolerance_1 - білий
12	CPU 1215C DC/DC/Relay V4.2	SM 1221 DI 16 x 24 V DC; SM 1231 AI 8 x 13 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	22	High limit for alarms - темно червоний Low limit for alarms – темно червоний High limit tolerance_1 - білий Low limit tolerance_1 - білий
13	CPU 1212C AC/DC /Relay V4.2	SM 1222 DQ 8 x Relay; SM 1231 AI 4 x 16 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	23	High limit for alarms - червоний Low limit for alarms – червоний High limit tolerance_1 - жовтий Low limit tolerance_1 - жовтий
14	CPU 1217C DC/DC/DC V4.2	SM 1231 AI 4 x 13 bit; SM 1232 AQ 2 x 14 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	24	High limit for alarms - оранжевий Low limit for alarms – оранжевий High limit tolerance_1 - жовтий Low limit tolerance_1 - жовтий
21	CPU 1212C DC/DC/DC V4.2	SM 1231 AI 8 x 13 bit; SM 1232 AQ 4 x 14 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	31	High limit for alarms – темно червоний Low limit for alarms – темно червоний High limit tolerance_1 - жовтий Low limit tolerance_1 - жовтий
22	CPU 1212C DC/DC/Relay V4.2	SM 1231 AI 4 x 16 bit; SM 1234 AI 4 x 13 bit / AQ 2 x 14 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	32	High limit for alarms - червоний Low limit for alarms – червоний High limit tolerance_1 - зелений Low limit tolerance_1 - зелений
23	CPU 1214C DC/DC/Relay	SM 1232 AQ 2 x 14 bit; SM 1231 AI 4 x 13 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	33	High limit for alarms - оранжевий Low limit for alarms – оранжевий High limit tolerance_1 - зелений Low limit tolerance_1 - зелений

24	CPU 1214C AC/DC/Relay V4.2	SM 1232 AQ 4 x 14 bit; SM 1231 AI 8 x 13 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	34	High limit for alarms - темно червоний Low limit for alarms – темно червоний High limit tolerance_1 - зелений Low limit tolerance_1 - зелений
25	CPU 1215C AC/DC/Relay V4.2	SM 1234 AI 4 x 13 bit / AQ 2 x 14 bit; SM 1231 AI 4 x 16 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	35	High limit for alarms - червоний Low limit for alarms – червоний High limit tolerance_1 - світло синій Low limit tolerance_1 - світло синій
26	CPU 1214C DC/DC/DC V4.2	SB 1232 AQ 1 x 12 bit; SM 1234 AI 4 x 13 bit / AQ 2 x 14 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	36	High limit for alarms - оранжевий Low limit for alarms – оранжевий High limit tolerance_1 - світло синій Low limit tolerance_1 - світло синій
27	CPU 1217C DC/DC/DC V4.2	SM 1234 AI 4 x 13 bit / AQ 2 x 14 bit; SM 1231 AI 4 x 16 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	37	High limit for alarms – темно червоний Low limit for alarms – темно червоний High limit tolerance_1 - світло синій Low limit tolerance_1 - світло синій
28	CPU 1215C AC/DC/Relay V4.2	SM 1234 AI 4 x 13 bit / AQ 2 x 14 bit; SM 1221 DI 8 x 24 V DC	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	38	High limit for alarms - червоний Low limit for alarms – червоний High limit tolerance_1 - жовтий Low limit tolerance_1 - жовтий
29	CPU 1215C AC/DC/Relay V4.2	SM 1234 AI 4 x 13 bit / AQ 2 x 14 bit; SM 1221 DI 8 x 24 V DC	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	39	High limit for alarms - червоний Low limit for alarms – червоний High limit tolerance_1 - білий Low limit tolerance_1 - білий
30	CPU 1214C DC/DC/DC V4.2	SB 1232 AQ 1 x 12 bit; SM 1221 DI 16 x 24 V DC	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	40	High limit for alarms – темно червоний Low limit for alarms – темно червоний High limit tolerance_1 - світло синій Low limit tolerance_1 - світло синій
31	CPU 1215C DC/DC/DC V4.2	SM 1221 DI 8 x 24 V DC; SM 1231 AI 4 x 13 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	41	High limit for alarms - темно червоний Low limit for alarms – темно червоний High limit tolerance_1 - білий Low limit tolerance_1 - білий
32	CPU 1215C DC/DC/Relay V4.2	SM 1221 DI 16 x 24 V DC; SM 1231 AI 8 x 13 bit	I/O Field (поле вводу/виводу), Bar (динам. шкала)	42	High limit for alarms - оранжевий Low limit for alarms – оранжевий High limit tolerance_1 - білий Low limit tolerance_1 - білий

*k – коефіцієнт перерахунку лічильника;

*b=k+5 – розмірність об'єкту шкала «Bar»;

*L: (High limit for alarms, Low limit for alarms) = (bmax-2, bmin+2);
(High limit tolerance_1, Low limit tolerance_1) = (bmax-4, bmin+4).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

1. Николайчук М.Я. Апаратно-програмні засоби систем промислового безпроводного зв'язку «Siemens»: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 305 с. (МВ 02070855-3592-2011).
2. SIEMENS. SITRAIN: Training for Industry. SIMATIC TIA Portal Programming 1 (TIA-PRO1). Training Document, V13.0. – 433 p. (програмування в SIMATIC TIA Portal, навчальний курс, електронний варіант українською мовою – редакція 2023 р.).
3. Liam Bee. PLC and HMI Development with Siemens TIA Portal. Develop PLC and HMI programs using standard methods and structured approaches with TIA Portal V17. First published: April 2022. Production reference: 1080422. Published by Packt Publishing Ltd. Livery Place 35 Livery Street, Birmingham, B3 2PB, UK. – 437 p. (навчальний посібник, електронний варіант).
4. Промислові мережі. Навчальний посібник / [Воропаєва В., Шапорін Р., Ключник І. та інш.]; під редакцією R. Langman. – ДОННТУ, ОНПУ, ХНУРЕ, 2017. – 222 с.
5. Ключник І. Бездротові технології / Ключник І., Галкін П., Шапоріна О. – 544010-TEMPUS-1-2013-1-De-TEMPUS-JPHES (Тренінги по Автоматизованим Технологіям України) – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 44 с.
6. S7-1200 Programmable controller. System Manual: Siemens (A5E02486680-AO, V4.5 05/2021). – 1418 p.
7. SIEMENS. SITRAIN: Training for Industry. SIMATIC TIA Portal Programming 1 (TIA-PRO1). Training Document, V13.0. – 433 p.
8. Simatic. STEP 7 and WinCC Engineering V17. SIEMENS: – System Manual – 05/2021 – 20236 p.
9. SIMATIC. Engineering Tools S7-PLCSIM V17 online help. Programming and Operating Manual. (A5E46238743-AB) – V17, 05/2021. – 113 p.
10. Open User Communication with TSEND_C and TRCV_C. Simatic S7-1200 CPU (V1.0, Item ID: 67196808). SIEMENS: – FAQ Jenuary – 2013 – 22 p.
11. Simatic. I-Device Function in Standard PN Communication (SIMATIC S7-CPU, CP, SIMOTION, SINUMERIK. SIEMENS): – Configuration Example – 08.2015 – 44 p.
12. SIEMENS. SIMATIC HMI WinCC (TIA Portal). WinCC Engineering V17 – Options: – System Manual (Online documentation) – 05/2021 – 434 p.
13. Левицький І.Т., Николайчук М.Я. Проектування розподілених WEB-орієнтованих систем управління на базі апаратно-програмних засобів "SIEMENS": практикум. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. - 117 с. (МВ 02070855-4004-2013).
14. Керування процесами реального часу / [Навчальні матеріали для курсу «Промислові мережі»] / Л.М.Заміховський, М.Я.Николайчук, Р.Б.Скрип'юк, І.Т.Левицький. - 544010-TEMPUS-1-2013-1-De-TEMPUS-JPHES (Тренінги по

Автоматизованим Технологіям України) – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. – 73 с.

15. Промисловий Ethernet для PROFINET / [Навчальні матеріали для курсу «Промислові мережі»] / Р.Шапорін, І.Мілейко, В.Шапорін, О.Шапоріна - 544010-TEMPUS-1-2013-1-De-TEMPUS-JPHES (Тренінги по Автоматизованим Технологіям України) – Одеса: ОНПУ, 2017. – 67 с.

16. Прокси-сервер до мереж PROFIBUS / [Навчальні матеріали для курсу «Промислові мережі»] / [Воропаєва В., Поцєпаєв В., Бойко В. та інш.]; під редакцією R. Langmann. - 544010-TEMPUS-1-2013-1-De-TEMPUS-JPHES (Тренінги по Автоматизованим Технологіям України) –ДОНТУ, 2017. – 57 с.

17. Промисловий Ethernet для Modbus TCP / [Навчальні матеріали для курсу «Промислові мережі»] / [Воропаєва В., Вовна О., Тарасюк В. та інш.]; під редакцією R. Langmann. - 544010-TEMPUS-1-2013-1-De-TEMPUS-JPHES (Тренінги по Автоматизованим Технологіям України) –ДОНТУ, 2017. – 68 с.

18. Введення в технології OPC / [Навчальні матеріали для курсу «Промислові мережі»] / Р.Шапорін, І.Мілейко, В.Шапорін, О.Шапоріна. - 544010-TEMPUS-1-2013-1-De-TEMPUS-JPHES (Тренінги по Автоматизованим Технологіям України) – Одеса: ОНПУ, 2017. – 47 с.

19. Николайчук М.Я. Організація і дослідження елементів комунікаційного середовища WEB-орієнтованих систем управління розподіленими технологічними об'єктами // Методи та прилади контролю якості. 2014.- №2(33). - С. 133-138.

20. Николайчук М.Я., Назаренко І.В. Методи і способи організації WEB-орієнтованих систем диспетчерського керування компресорними станціями на основі SCADA WinCC // Нафтогазова енергетика. № 2(11). – 2010. С. 53-63.

Електронні ресурси

1. Глобальний сайт підтримки «Siemens»

<https://support.industry.siemens.com/cs/start?lc=en-US>

2.

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/90885040/programming-guideline-for-s7-1200-s7-1500?dti=0&lc=en-US>

3.

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/81318674/programming-guidelines-and-programming-styleguide-for-simatic-s7-1200-and-s7-1500?dti=0&lc=en-US>

4.

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109759047/getting-started-with-s7-plcsim-advanced-and-simulation-tables?dti=0&lc=en-US>

5.

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109798879/simatic-s7-1500-s7-plc-sim-advanced-v4-0?dti=0&lc=en-US>

6.

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109752283/diagnostics-overview-for-simatic-s7-1200-and-s7-1500?dti=0&lc=en-US>

7.

[https://support.industry.siemens.com/cs/document/109748099/testing-and-simulating-hmi-projects-\(tia-portal\)-in-conjunction-with-simatic-controllers-plcsim-and-plcsim-advanced?dti=0&lc=en-US](https://support.industry.siemens.com/cs/document/109748099/testing-and-simulating-hmi-projects-(tia-portal)-in-conjunction-with-simatic-controllers-plcsim-and-plcsim-advanced?dti=0&lc=en-US).