


**ПРОГРАМНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ,  
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АСУ ТП**

методичні вказівки до виконання практичних робіт



УДК 681.5 (072)  
П78

Рекомендовано Науково-методичною радою  
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
(протокол № 7 від «30» травня 2025 р.)

**Укладачі**

Разживін О.В., канд. техн. наук, доцент  
Сімкін О.І., канд. техн. наук, професор

**Програмно-технологічні комплекси, програмне  
забезпечення АСУ ТП :** методичні вказівки до виконання  
П78 практичних робіт / уклад. О. В. Разживін, О.І. Сімкін.  
Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025. 286 с.

В методичних вказівках наведено практичні роботи, які присвячено методам проектування АСУ ТП з використанням технології Simatic S7. Розглянуто методики конфігурування та параметрування апаратних компонентів станції Simatic S7 з використанням ПЛК S7 300/400/1200/1500, а також побудови розподіленої периферії з використанням мережевих протоколів обміну інформації ProfiNet IO та ProfiBus DP.

**УДК 681.5 (072)**

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	4
КОНФІГУРУВАННЯ ТА ПАРАМЕТРУВАННЯ АПАРАТУРИ ЦЕНТРАЛЬНИХ СТАНЦІЙ У СЕРЕДОВИЩІ TIA PORTAL STEP	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. Вивчення ППЗ TIA Portal. Конфігурування центральної станції на базі Simatic S7-300. Системи вводу-виводу інформації та апаратура управління на базі технології Simatic	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА 2. Вивчення ППЗ TIA Portal. Конфігурування центральної станції на базі Simatic S7-400. Системи вводу-виводу інформації та апаратура управління на базі технології Simatic	24
ПРАКТИЧНА РОБОТА 3. Конфігурування центральної станції на базі SIMATIC S7-1200. Системи вводу-виводу інформації та апаратура управління на базі технології Simatic	35
ПРАКТИЧНА РОБОТА 4. Вивчення ППЗ TIA Portal. Конфігурування центральної станції на базі Simatic S7-1500. Системи вводу-виводу інформації та апаратура управління на базі технології Simatic	56
ПРАКТИЧНА РОБОТА 5. Конфігурування децентралізованої периферії станції Simatic S7 300/400 у мережі Profibus	101
ПРАКТИЧНА РОБОТА 6. Конфігурування розподіленої периферій та інтелектуальних відомих пристроїв станції Simatic S7-1200/1500	117
СИСТЕМИ РОЗПОДІЛЕНОГО ВВОДУ/ВИВОДУ PROFINET IO ТА PROFIBUS DP НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ SIMATIC S7-1500	153
ПРАКТИЧНА РОБОТА 7. Проектування системи Profinet IO	190
ПРАКТИЧНА РОБОТА 8. Проектування системи Profibus DP Master/Slave на базі технології Simatic S7-1500	220
ПРАКТИЧНА РОБОТА 9. Конфігурування відомих Profibus DP, Profinet- пристроїв Sinamics120 у ППЗ Sizer	244
РЕКОМЕНДОВАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА	282



## ВСТУП

Розробка програмно-технічних комплексів та програмного забезпечення автоматизованої системи управління є процесом поетапного проектування засобів автоматизації та програмного забезпечення. Створення проекту для засобів автоматизації Simatic здійснюється у графічній оболонці середовища спеціалізованого програмного забезпечення TIA Portal.

На першому етапі цього процесу визначається склад засобів автоматизації апаратного забезпечення системи та здійснюється конфігурування центральної станції та периферійних модулів у закладці *Device configuration* та *Topology view*. Кінцевим результатом цього етапу є створення конфігураційного файлу системи.

Процес, який має бути автоматизований, при більш детальному розгляді поділяється на ряд приватних завдань, з'єднаних між собою. Кожне завдання вирішується в межах певних апаратних та програмних ресурсів.

Розробка програм може здійснюватися у кількох редакторах, кожен із яких дозволяє створювати програми з різним рівнем представлення. Створення програм логічного рівня вистави з використанням булевої алгебри забезпечує редактор LAD/STL/FBD.

Незважаючи на те, що всі редактори здійснюють перевірку правильності синтаксису мови, в програмі можливі помилки, пов'язані з логікою роботи програми. У зв'язку з цим необхідно проводити тестування та налагодження програми. Для виконання цієї роботи використовується програма S7-PLCSIM, за допомогою якої можна симулювати реальний контролер та перевірити якість функціонування програми на віртуальному контролері. Використання S7-PLCSIM дозволяє усунути помилки програмування та переконатися у працездатності програми.

Програмна система TIA Portal STEP 7 призначена для виконання всього комплексу проектування – конфігурування, програмування та тестування системи автоматизації.

Важливість робіт з конфігурування визначається тим, що програмне забезпечення неможливо буде реалізувати в апаратурі без взаємного узгодження всіх ресурсів системи, а також прив'язки конкретних вхідних та вихідних сигналів (змінних програм користувача) до конкретних ліній зв'язку, вузлів мережі та модулів станцій.

Цей практикум призначений для засвоєння методики та правил виконання робіт з конфігурування, налагодження систем автоматизації SIMATIC.



# КОНФІГУРУВАННЯ ТА ПАРАМЕТРУВАННЯ АПАРАТУРИ ЦЕНТРАЛЬНИХ СТАНЦІЙ У СЕРЕДОВИЩІ TIA PORTAL STEP 7

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. ВИВЧЕННЯ ПЗ TIA PORTAL. КОНФІГУРУВАННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ НА БАЗІ SIMATIC S7-300. СИСТЕМИ ВВОДУ-ВИВОДУ ІНФОРМАЦІЇ ТА АПАРАТУРА УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ SIMATIC

*Мета работ:* освоєння інтерфейсу інструментальної системи TIA Portal, а також методики конфігурування та параметрування апаратури центральних станцій.

### *Порядок конфігурування та параметрування стійок*

Під *конфігуруванням* розуміється розміщення інтерфейсних, функціональних та комунікаційних модулів, а також стійок у вікні станції. Стійкі надаються за допомогою конфігураційної таблиці, яка, як і реальна стійка, допускає певну кількість модулів, що встановлюються..

Під *параметруванням* розуміється встановлення властивостей модулів. Наприклад, для CPU встановлюється час контролю циклу, для шини PROFIBUS встановлюються параметри шини, провідного та провідних модулів. Параметризація дозволяє легко замінювати модулі, оскільки встановлені параметри автоматично завантажуються в новий модуль у процесі запуску.

### *Коли потрібна конфігурація апаратури?*

Властивості програмованих контролерів та модулів S7 встановлюються за умовчанням. Однак конфігурування обов'язково виконується у таких випадках, якщо:

- необхідно змінити параметри модуля, встановлені за умовчанням, наприклад, дозволити модулю переривання від процесу;
- необхідно проектувати комунікаційні з'єднання;
- використовується шина PROFIBUS-DP, на яку встановлюються станції із децентралізованою периферією;
- створюються станції S7-300/400 з кількома CPU чи стійками розширення;
- проектуються системи підвищеної надійності (H).

### *Основний порядок конфігурування апаратури*

Для створення конфігурації пристроїв спочатку додається проекту один центральний процесор CPU .

- якщо проектування починається у порталі у вікні обертається портал "Devices & Networks [Пристрої та мережі]" і клацніть на "Add device [Додати пристрій]". (див. рис.1.1);
- якщо проектування починається проектному вікні під ім'ям

проєкту необхідно двічі клацнути лівою кнопкою миші на "Add new device [Додати новий пристрій]". (див. рис. 1.2)

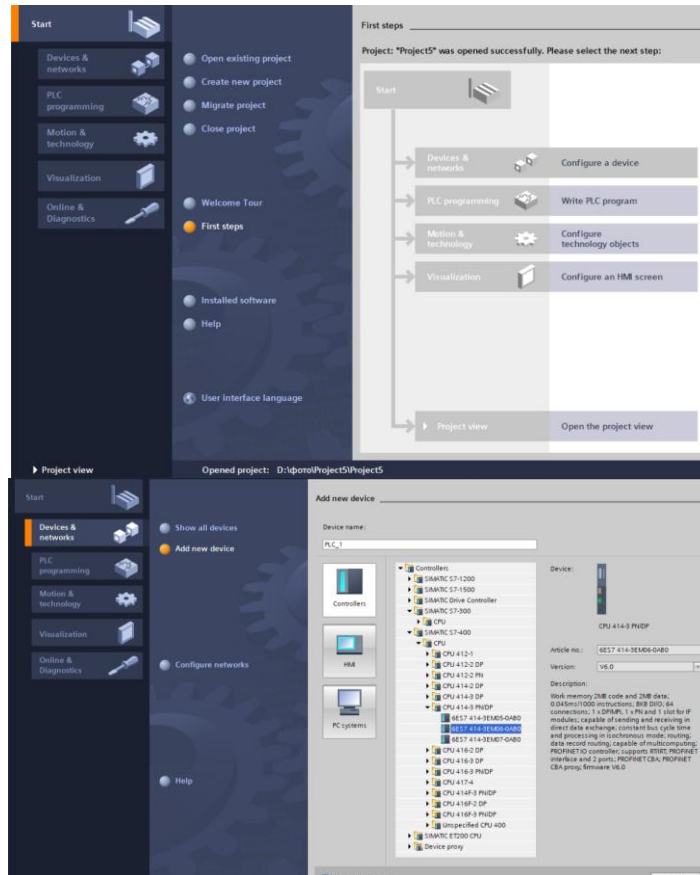


Рисунок 1.1 – Початок проєктування у порталному вікні

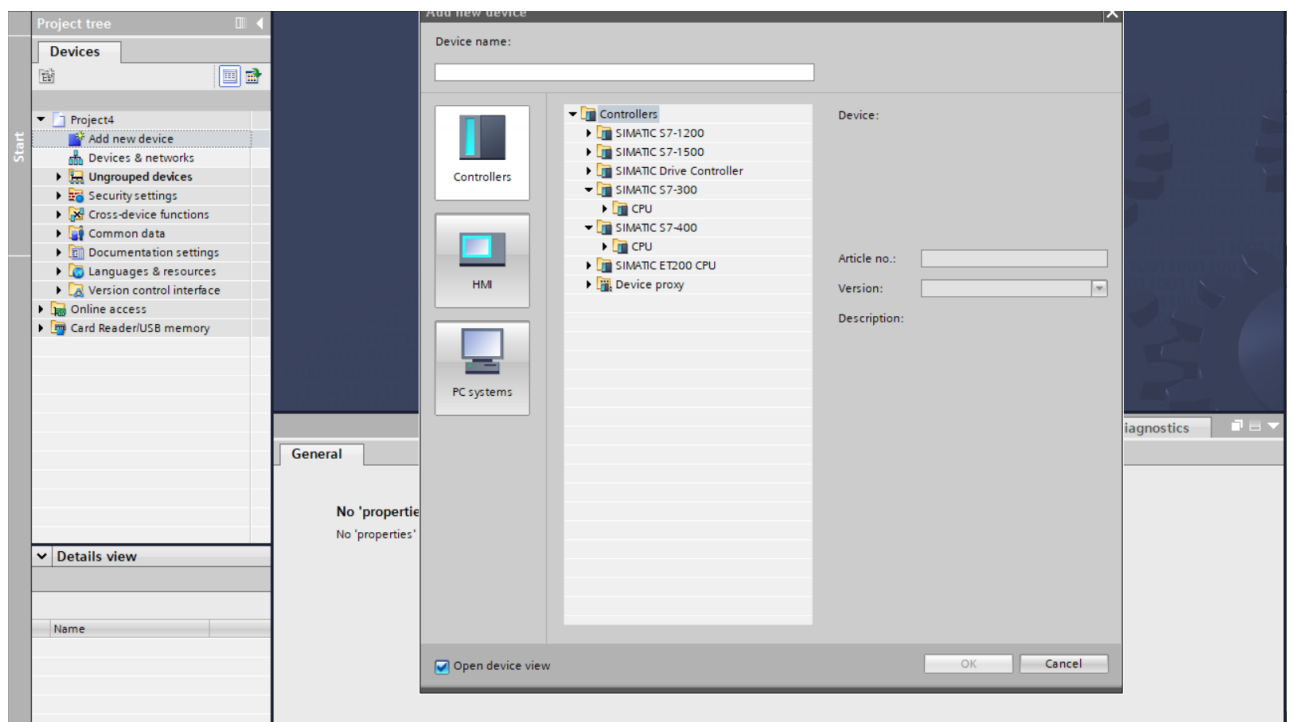


Рисунок 1.2 – Початок проєктування у проєктному вікні

Для створення конфігурації пристроїв вставте у свій проект відповідний CPU. Вибір CPU у діалоговому вікні "Add a new device [Додати новий пристрій]" створює стійку та CPU.

Для конфігурування системи автоматизації у вікні "Device configuration" використовуються два вікна:

- вікно станції SIMATIC Station, у якому розміщуються стійки;
- вікно Hardware Catalog (Каталог апаратури), з якого вибираються необхідні апаратні компоненти (стійки, сигнальні та інтерфейсні модулі).

На рисунку 1.3 центральна стійка позначена (0)UR, де 0 – порядковий номер стійки, UR – тип стійки (Universal Rack – універсальна стійка).

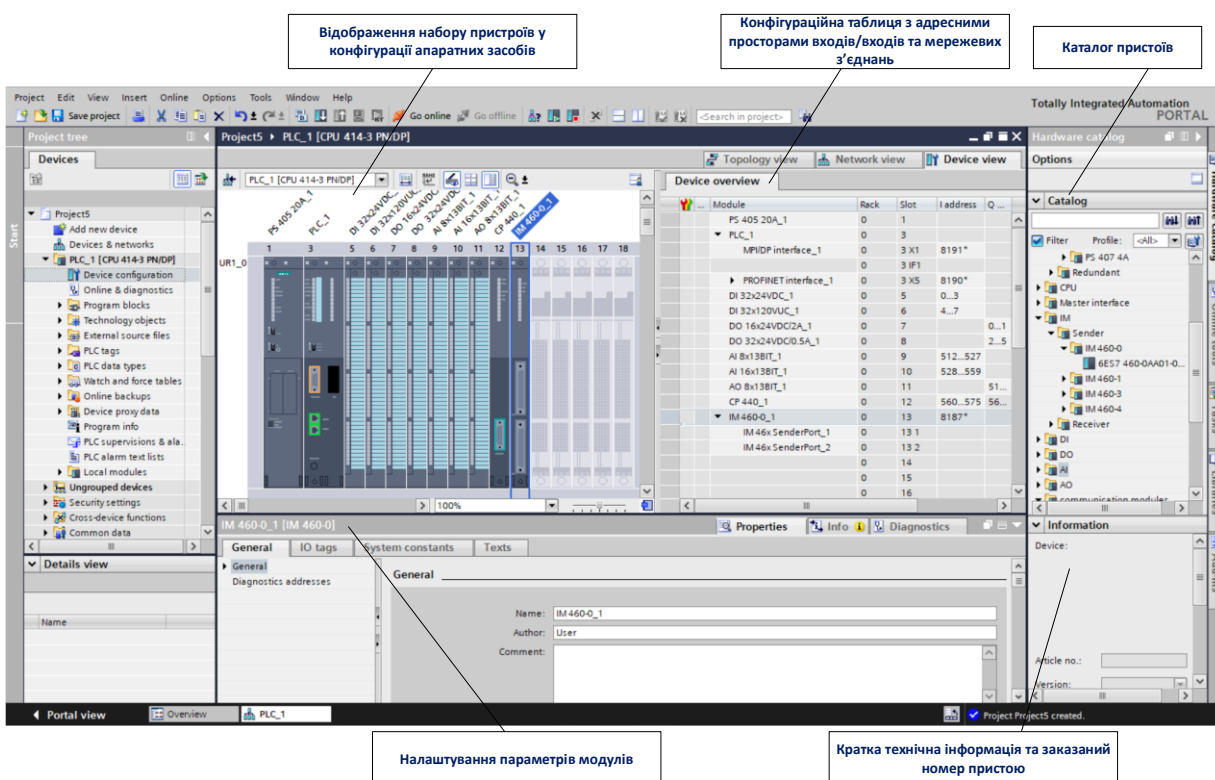
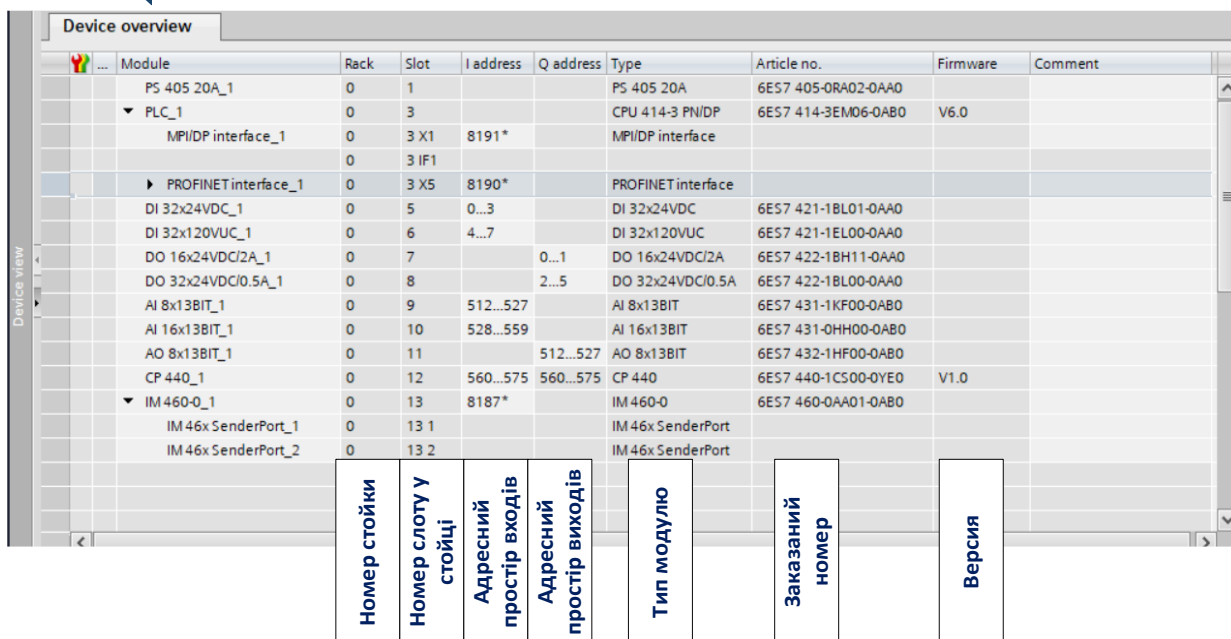


Рисунок 1.3 – Розташування вікон інтерфейсу конфігурування

Процес конфігурування полягає в тому, що необхідні компоненти вибираються у вікні «Hardware Catalog» та переносяться у вікно станції.

Центральна станція складається з головної стійки та стоек розширення. Компонування станції відображається в таблиці конфігурації стійки, розташованої правіше від вікна станції (рис. 1.4). У таблиці відображаються номери слотів, найменування модулів, їх адреси та номери замовлення.



Module	Rack	Slot	I address	Q address	Type	Article no.	Firmware	Comment
PS 405 20A_1	0	1			PS 405 20A	6ES7 405-0RA02-0AA0		
PLC_1	0	3			CPU 414-3 PN/DP	6ES7 414-3EM06-0AB0	V6.0	
MPI/DP interface_1	0	3 X1	8191*		MPI/DP interface			
	0	3 IF1						
PROFINET interface_1	0	3 X5	8190*		PROFINET interface			
DI 32x24VDC_1	0	5	0...3		DI 32x24VDC	6ES7 421-1BL01-0AA0		
DI 32x120VUC_1	0	6	4...7		DI 32x120VUC	6ES7 421-1EL00-0AA0		
DO 16x24VDC/2A_1	0	7		0...1	DO 16x24VDC/2A	6ES7 422-1BH11-0AA0		
DO 32x24VDC/0.5A_1	0	8		2...5	DO 32x24VDC/0.5A	6ES7 422-1BL00-0AA0		
AI 8x13BIT_1	0	9	512...527		AI 8x13BIT	6ES7 431-1KF00-0AB0		
AI 16x13BIT_1	0	10	528...559		AI 16x13BIT	6ES7 431-0HH00-0AB0		
AO 8x13BIT_1	0	11		512...527	AO 8x13BIT	6ES7 432-1HF00-0AB0		
CP 440_1	0	12	560...575	560...575	CP 440	6ES7 440-1CS00-0YE0	V1.0	
IM 460-0_1	0	13	8187*		IM 460-0	6ES7 460-0AA01-0AB0		
IM 46x SenderPort_1	0	13 1			IM 46x SenderPort			
IM 46x SenderPort_2	0	13 2			IM 46x SenderPort			

Рисунок 1.4 – Вид таблиці конфігурування стійки

### Основний порядок параметрування

Після того, як компонент розміщений у вікні станції, можна перейти в режим діалогу для зміни параметрів або адрес (за замовчуванням) (режим параметрування).

Для переходу у вікно установки властивостей компонента можна застосувати один із способів:

- двічі клацнути на компоненті лівою кнопкою миші;
- Перейти у вікно «Object Properties» (*General*).

Для налаштування поведінки системи особливе значення мають властивості CPU. На закладках CPU можна встановити характеристики запуску, області локальних даних та пріоритети для переривань, області пам'яті, характеристики реманентності (збереження даних у пам'яті після вимкнення живлення), тактові меркери, рівень захисту та пароль.

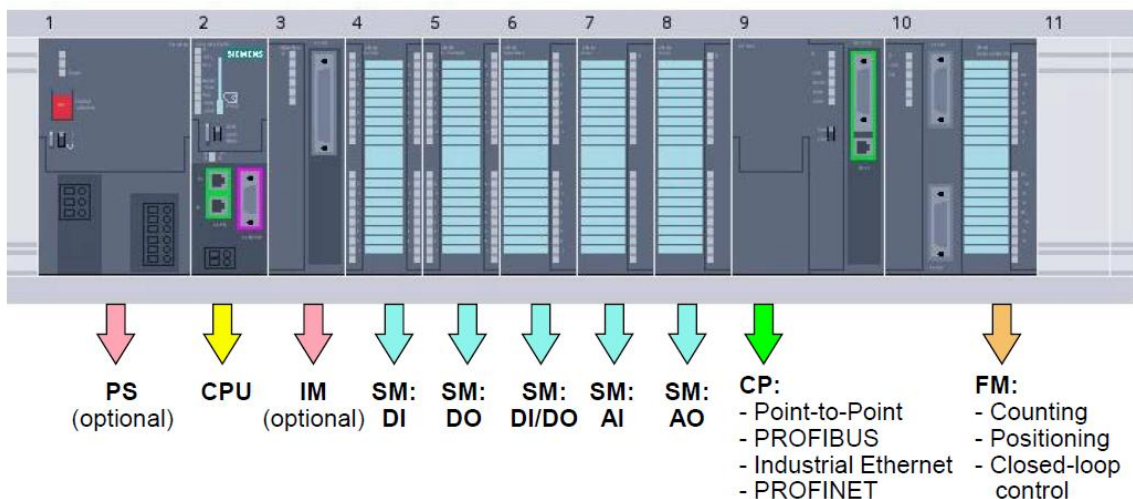
У закладці *General* (Загальна) CPU можна налаштувати інтерфейси, наприклад, MPI або вбудований інтерфейс PROFIBUS-DP, ProfiNET.

### Що слід знати про правила, що належать до слотів?

TIA Portal STEP 7 контролює правильність конфігурування станції. При цьому автоматично перевіряються адресні області, так що одна і та ж адреса не може бути зайнята двічі.

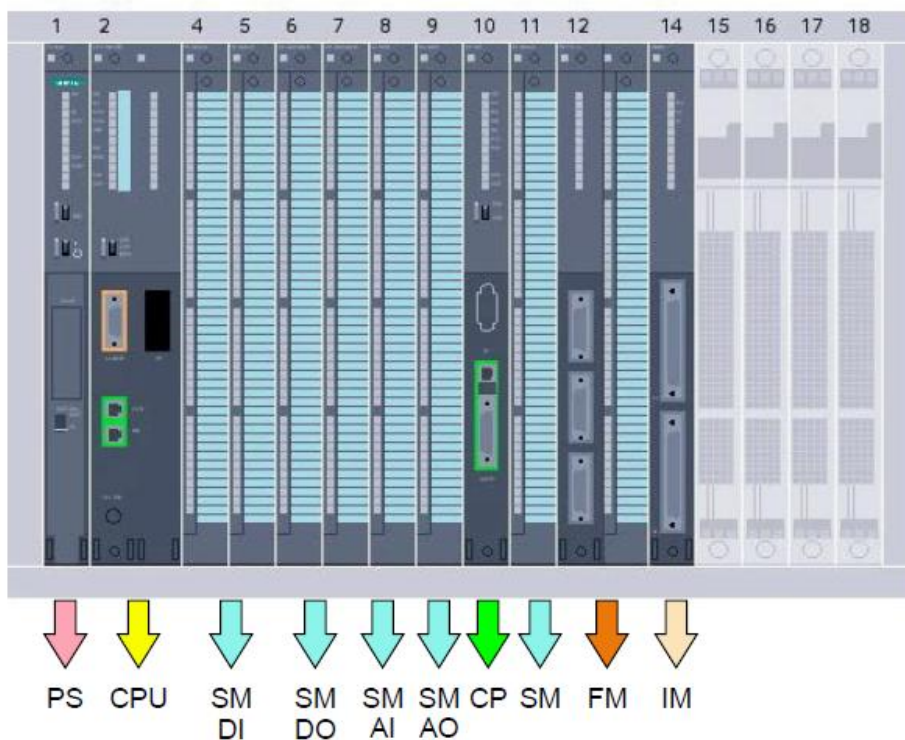
Порядок розташування модулів у слотах показано на рисунках 1.5 та 1.6.

Слот 1 призначений для встановлення модуля живлення. Процесорний модуль має бути встановлений у слот 2 головної станції



*Рисунок 1.5 - Порядок розташування модулів у слотах центральної станції Simatic S7-300*

У станціях слот 3 резервується для встановлення інтерфейсного модуля (IM), а слот 4 є першим настановним місцем для встановлення модулів вводу-виводу (SM), комунікаційних процесорів (CP) або функціональних модулів (FM). В станціях S7-400, якщо застосовуються стойки розширення інтерфейсні модулі (IM) повинні займати крайнє праве положення, як в центральній стойки та й в стойках розширення



*Рисунок 1.6 - Порядок розташування модулів у слотах центральної станції Simatic S7-400*

Для конфігурації робочих параметрів CPU виберіть CPU у відображенні набору пристроїв (синя рамка навколо всього CPU) та відкрийте вкладку "Properties [Властивості]" у вікні перегляду параметрів.

У вікні властивостей можна встановити такі параметри:

- Інтерфейс PROFINET: встановлення IP-адреси для CPU та синхронізації часу (див. рис. 1.7);

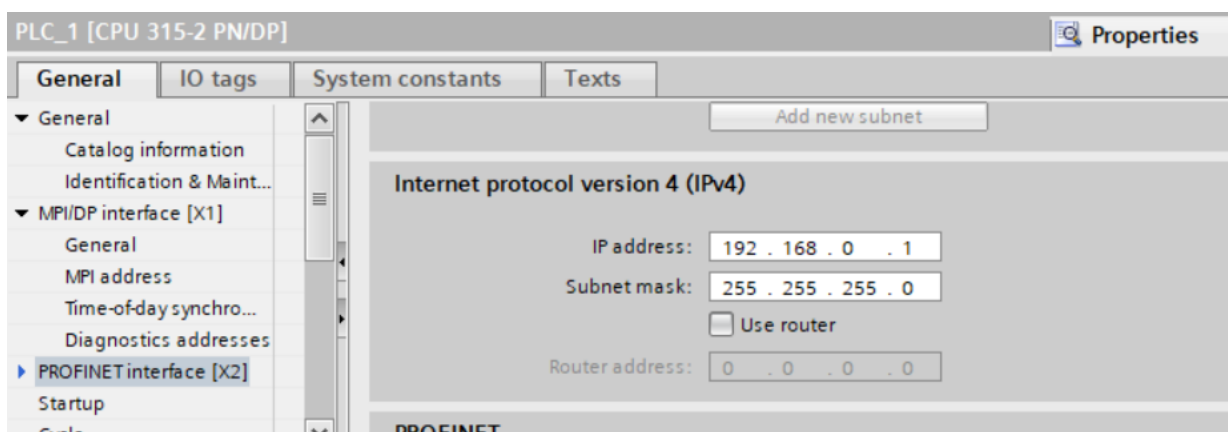


Рисунок 1.7 – Вікно налаштування інтерфейсу PROFINET

- DI, DO та AI: Налаштування поведінки локальних (вбудованих) цифрових та аналогових входів та виходів - для центральних процесорів типу компакт (див. рис. 1.8);

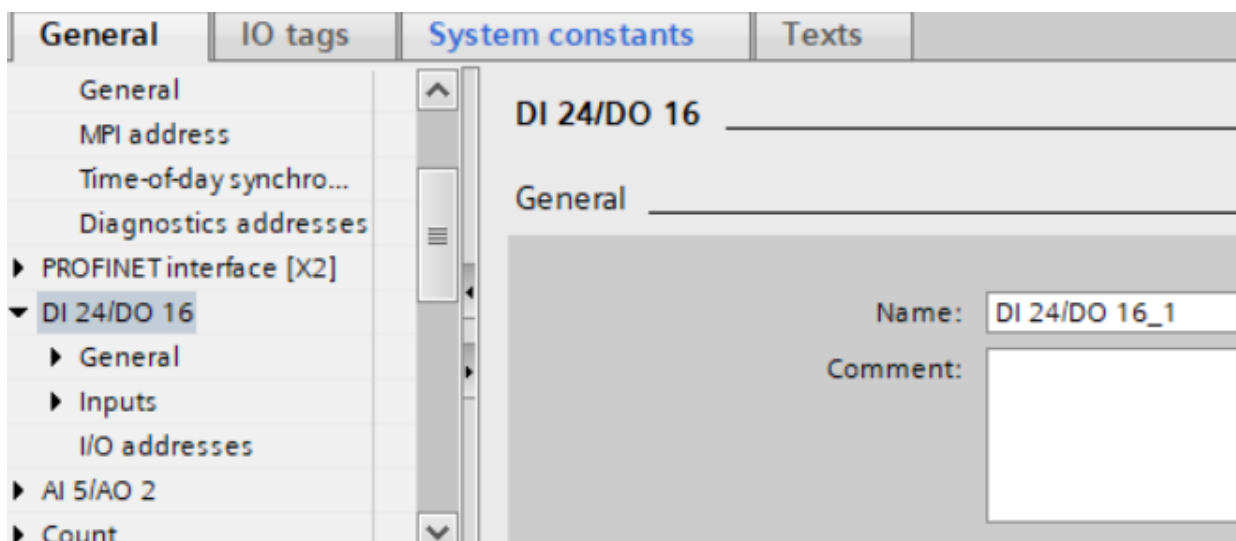
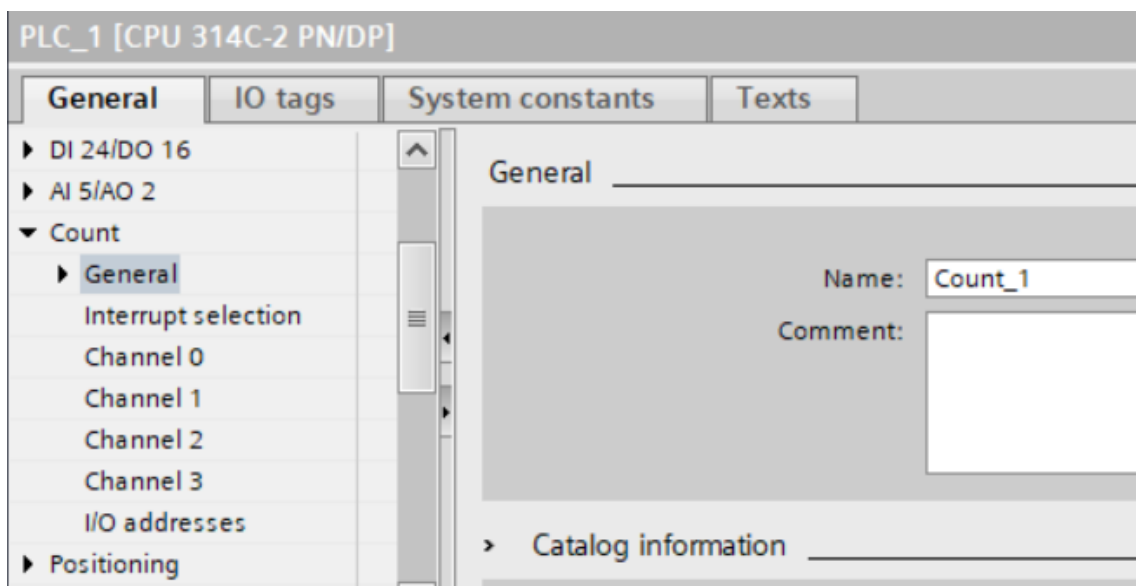


Рисунок 1.8 – Вікно налаштування поведінки локальних (вбудованих) цифрових та аналогових входів та виходів CPU типу компакт (C)

- Швидкісних лічильників та генератори імпульсів (див. рис. 1.9): Активізація та налаштування швидких лічильників (HSC) та генераторів імпульсів, що використовуються для операцій з

послідовностями імпульсів (pulse-train operations, PTO) та широтно-імпульсної модуляції (pulse-width modulation, PWM) CPU або сигнальної плати як генератори імпульсів (для використання з PWM або основними командами управління переміщеннями), відповідні адреси виходів (Q0.0, Q0.1, Q4.0 і Q4.1) видаляються з пам'яті виходів (Q) і не можуть бути використані для інших цілей у вашій програмі користувача. Якщо ваша програма користувача запише якесь значення у вихід, що використовується як генератор імпульсів, то CPU не запише це значення у фізичний вихід.



*Рисунок 1.9 – Вікно налаштування поведінки швидкісних лічильників та генератори імпульсів CPU типу компакт (C)*

- Запуск: Налаштування поведінки CPU після вимкнення та наступного увімкнення, наприклад, для запуску в стані STOP або переходу в режим RUN після теплового запуску

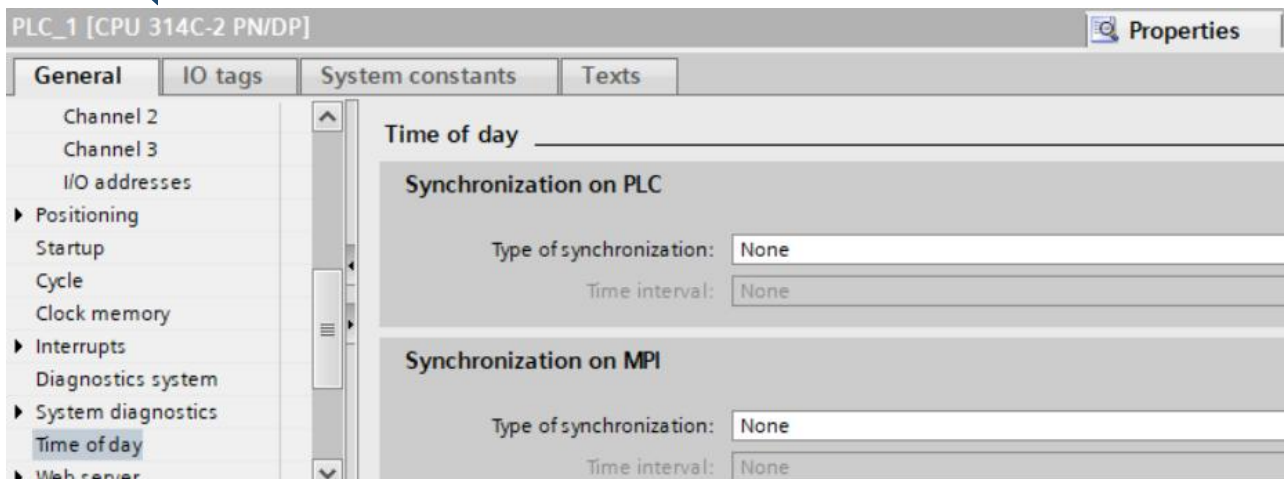
- Час доби: Встановлення часу, часового поясу та перемикання між літнім та зимовим часом

- Захист: встановлення захисту від читання/запису та пароля для доступу до CPU

- Системна та тактова бітова пам'ять (тактові меркери): Встановлення байта для функцій "системної пам'яті" (для бітів "перший цикл", "завжди увімкнено" та "завжди вимкнено") та встановлення байта для функцій "тактової пам'яті" (де кожен біт включається та вимикається із заздалегідь заданою частотою).

- Час циклу: Встановлення максимального часу циклу або фіксованого мінімального часу циклу • Комунікаційне навантаження: Призначення процентної частки CPU для комунікаційних завдань

На рисунку 1.10 приведено вікно налаштування системних параметрів CPU.



*Рисунок 1.10 – Вікно налаштування системних параметрів CPU на прикладі Simatic S7-300*

### *Додавання модулів до конфігурації*

Для додавання модулів до CPU використовується каталог апаратури «Hardware Catalog». Є чотири типи модулів:

- Сигнальні модулі (SM) надають додаткові цифрові або аналогові входи та виходи. Ці модулі підключаються праворуч від CPU.
- Інтерфейсні модулі (IM – interface module), які використовуються для з'єднання стоек;
- Комунікаційні модулі (CP) надають додатковий комунікаційний порт (RS232 або RS485 (Point-to-Point), ProfiNet, Profibus) для CPU.
- Функціональні модулі (FM – function module), які незалежно від CPU використовуються для виконання різних завдань керування, пов'язаних з тимчасовими характеристиками процесів;

Щоб вставити модуль у конфігурацію апаратури, виберіть модуль у каталозі апаратури та двічі клацніть на ньому або перетягніть модуль у зазначений слот.

### *Налаштування параметрів модулів*

Щоб конфігурувати робочі параметри модулів, виберіть модуль у відображенні набору пристроїв та відкрийте вкладку "Properties [Властивості]" у вікні перегляду параметрів.

Конфігурація сигнального модуля (SM):

- Цифрові входи та виходи: Входи можуть бути налаштовані для виявлення наростаючих або падаючих фронтів (пов'язуючи кожен з них з подією та апаратним перериванням), а також "захоплення імпульсів" (вхід залишається увімкненим після імпульсу) аж до наступного оновлення образу процесу на входах. Виходи можуть використовувати замінні значення або заморожені.

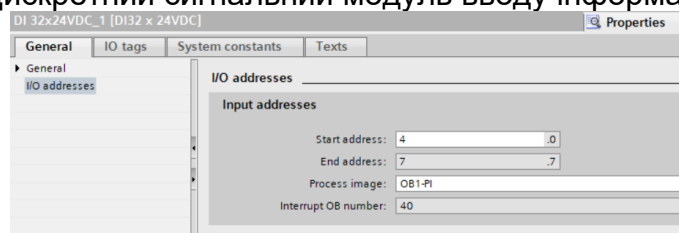
- Аналогові входи та виходи: Для окремих входів ви конфігуруєте параметри, наприклад, вид вимірювання (напруга або струм), діапазон та згладжування, а також розблокування діагностики позитивного та негативного переповнення. Виходи надають такі параметри, як,

наприклад, вид виходу (напруга чи струм) та діагностика, наприклад, коротке замикання (для потенційних виходів) чи діагностика порушення верхніх чи нижніх граничних значень.

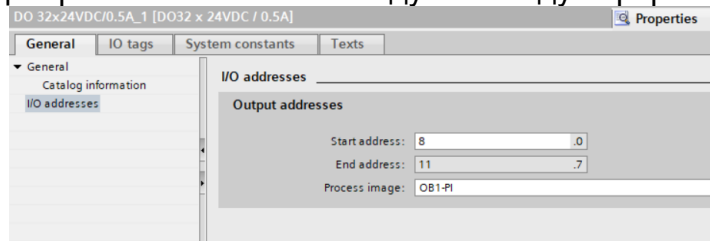
- діагностичні адреси входів та виходів: Конфігурування початкових адрес для входів та виходів модуля

На рисунку 1.11 приведено вікно налаштування сигнальних модулів (SM)

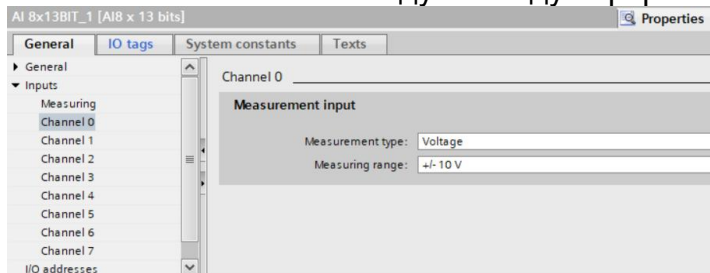
Дискретний сигнальний модуль вводу інформації



Дискретний сигнальний модуль виводу інформації



Аналоговий сигнальний модуль вводу інформації



Аналоговий сигнальний модуль виводу інформації

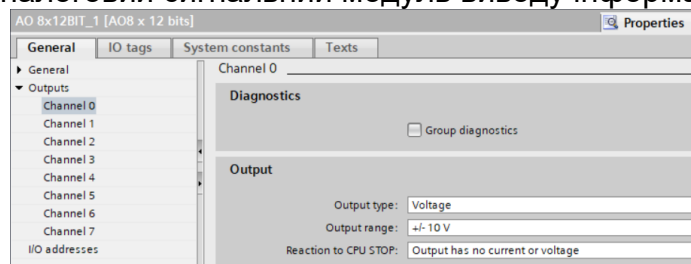
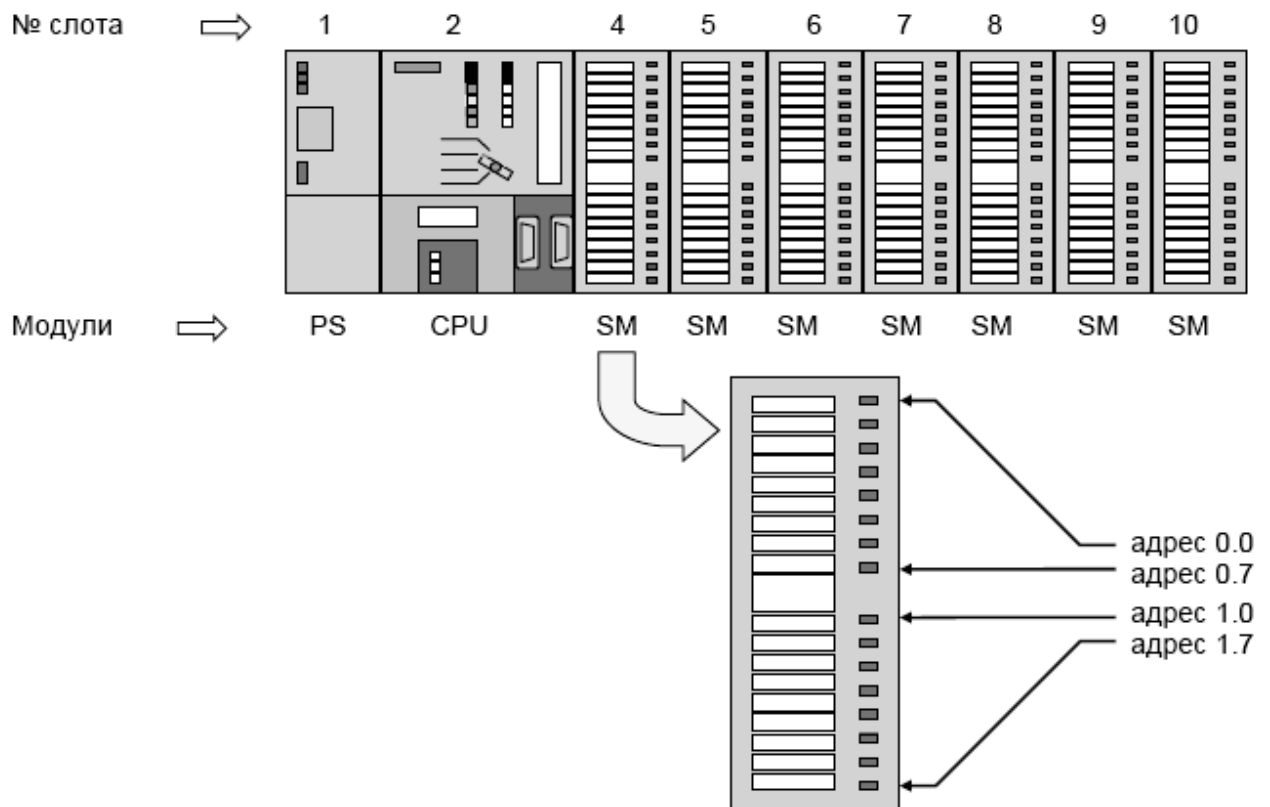


Рисунок 1.11 - Вікно налаштування сигнальних модулів (SM)

На рисунку 1.12 показано розміщення модулів. Якщо в слоті 4 встановлений цифровий модуль, адресація входів-виходів починається з адреси 0. Для кожного слота зарезервовано 4 байти адреси. Неважливо визначити, що в цифровому модулі, наприклад, слота 6 адресація буде починатися з 8.0.

Примітка. Адреси входів позначаються символом I, наприклад, I 4.0, а адреси виходів символом Q.



*Рисунок 1.12 – Схема розташування модулів у слотах та автоматичної адресації входів-виходів*

### *Методичні вказівки щодо конфігурування станцій S7-300*

#### *Проектування центральної стійки*

Центральна стійка проектується у наступній послідовності:

1. У вікні Hardware Catalog необхідно вибрати центральну стійку (Rack). Для SIMATIC 300 це профільна шина (Rail), SIMATIC 400 може бути, наприклад, універсальна стійка (UR1).


2. Використовуючи метод Drag&Drop, відбуксируйте стійку у вікно станції. Стійка з'являється у вигляді невеликої конфігураційної таблиці у верхній частині вікна станції. У першій частині вікна станції з'являється докладне подання стійки з додатковими даними - рекомендованим номером, адресою MPI/Profibus, адресами входів/виходів.

Компонування стійки здійснюється в наступній послідовності:

1. Вибирається модуль із вікна Hardware Catalog. При цьому слоти, які можна встановити цей модуль, виділяються кольором.

2. За допомогою Drag&Drop модуль буксується у відповідний рядок стійки. При цьому TIA Portal STEP 7 перевіряє, чи не порушені правила для слотів.

3. Кроки 1 і 2 повторюються доти, доки стійка не буде повністю оснащена бажаними модулями.



*Примітка:* При виділенні слота у стойці можна побачити список усіх можливих встановлення модулів. Для цього необхідно правою кнопкою миші відкрити контекстно-залежне меню і в ньому вибрати Insert Object (Вставити об'єкт) або Replace Object (Замінити об'єкт). Ця можливість позбавляє необхідності пошуку апаратури в каталозі.

#### *Відображення інтерфейсів та інтерфейсних модулів*

Інтерфейси або інтерфейсні модулі відображаються у конфігураційній таблиці у власній строці. Цей рядок позначень так само, як і конектор інтерфейсу, наприклад, X1.

За наявності вбудованих інтерфейсів ім'я інтерфейсу з'являється у стовпці Module (Модуль). Для встановлення інтерфейсних модулів потрібно перенести відповідний інтерфейсний модуль (IF) із вікна Hardware Catalog у відповідну строчку, використовуючи Drag&Drop.

Якщо CPU має більше однієї версії операційної системи, він показується у вікні Hardware Catalog як папка з іконками, що мають різні порядкові номери.

#### *Конфігурування стійок розширення для SIMATIC 300*

Для станцій SIMATIC 300 як центральної стійки, так і як стійок розширення використовуються тільки профільні шини. Кількість профільних шин визначається реальною конструкцією, проте не повинно бути більше чотирьох.

Стойкі розширення з'єднуються у STEP 7 шляхом встановлення відповідних *інтерфейсних модулів*:

- Для розширення лише на одну стійку в стойках 0 та 1 встановлюються модулі IM 365 (див. рис. 1.13).

- Для підключення до трьох стійок розширення в стойці 0 встановлюються модуль IM 360, а в стойках розширення с 1 по 3 модулі IM 361 (див. рис. 1.14).

Правила заповнення слотів станції S7-300 у стійках полягають у наступному:

##### *Стойка 0:*

- Слот 1: Тільки блок живлення (наприклад, 6ES7 307-...) або пустий.

- Слот 2: Тільки CPU (наприклад, 6ES7 314-...).

- Слот 3: модуль інтерфейсу (наприклад, 6ES7 360) або порожній.

- Слоти з 4 по 11: Сигнальні або функціональні модулі, комунікаційні процесори або порожні.

##### *Стойки с 1 по 3:*

- Слот 1: Тільки блок живлення (наприклад, 6ES7 307-...) або порожній.

- Слот 2: Порожній.

- Слот 3: Інтерфейсний модуль.

– Слоти з 4 по 11: Сигнальні або функціональні модулі, комунікаційні процесори (залежно від використовуваного інтерфейсного модуля) або порожні.



Рисунок 1.13 - Приклад конфігурування станції Simatic S7-300 з одною стойкою розширення з використанням модулі IM 365

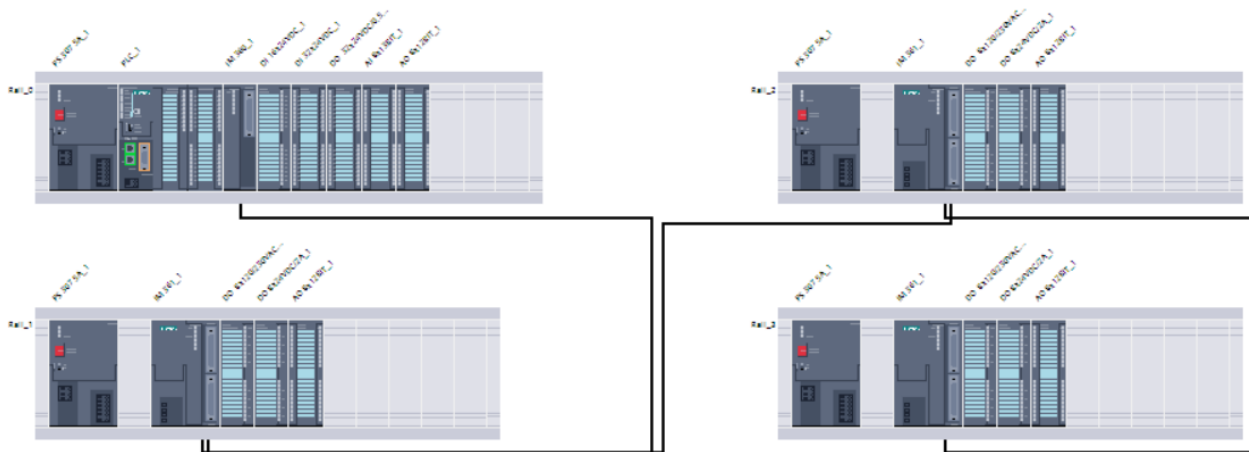



Рисунок 1.14 - Приклад конфігурування станції Simatic S7-300 з трьома стойками розширення з використанням комбінації модулів IM 360 – IM361

Примітка. Пустой модуль (DM 370 Dummy) – это модуль, который можно встановити замість передбачуваного (тип модуля буде відомий у майбутньому). Порожній модуль дозволяє резервувати адресний простір для майбутнього модуля.



*Завдання виконання до практичних робіт 1 та 2 з конфігурування та параметрування станцій ПЛК Simatic S7-300 та S7-400*

*Задання до практичної роботи 1.* Вивчення ППЗ TIA Portal. Конфігурування центральної станції на базі Simatic S7-300. Системи вводу-виводу інформації та апаратура управління на базі технології Simatic. Порядок та методика конфігурування і параметризації стійки розширення

Варіанти індивідуальних завдань для практичної роботи наведено у таблиці 1.1 – 1.4.

Номер варіанта відповідає порядковому номеру студента у журналі групи.

Завдання містить вимоги до центральної станції, що складається з базової стойки і стійок розширення.

Під час виконання роботи необхідно задовольнити такі вимоги:

1. Вибрані блоки живлення повинні забезпечити необхідний струм споживання.

2. Процесорні модулі повинні відповідати вимогам до комунікацій.

3. При виборі інтерфейсного модуля для з'єднання стійок необхідно визначити доцільність передачі струму стойки розширення, відстань, кількість стійок розширення, а також необхідність комунікаційної шини.

4. При виборі сигнальних модулів обґрунтувати типи модулів з урахуванням напруги, навантажувальних здібностей та типів з'єднання із зовнішніми пристроями (групування каналів, кількість точок з'єднання, опір навантаження).

5. При виборі комунікаційних процесорів необхідно звернути увагу на тип мережі, підтримувані ним комунікаційні функції, а також пристрої, з якими цей процесор може взаємодіяти.

У звіті необхідно подати:

1. Завдання (варіант).

2. Обґрунтування вибору стійок та модулів.

3. Скріншот вікна сконфігурованої станції Device Overview або його друкований варіант.

4. Файл конфігурації станції.

Таблиця 1.1 - Варіанти індивідуальних завдань для практичної роботи 1 – конфігурування центральної стойки – вхідні сигнали

Варіант	Центральна стойка									Communication
	Дискретні вхідні		Аналогові вхідні 12bit				Аналогові вхідні 13bit			
	24V DC	120/230VAC	Voltage/шт	Current/шт	Resistor (4 wire)/шт	Thermocouple	Current/шт	Resistance/шт	RTD thermal resistor (lin.)/шт.	
1	18	6	+/-10V/2	(2-wire transducer)/2	600 Ом/2	TC-I Type K	+/-20mA/2	600 Ом/2	Pt100 climatic/2	PROFINET, PtP
2	12	8	+/-1V/3	(4-wire transducer) 4...20mA/2	300 Ом/2	TC-I Type L	4...20mA/3	6 кОм/2	Pt100 standart/2	PROFINET, PtP
3	20	6	1...5V/4	(2-wire transducer)/3	150 Ом/2	TC-I Type J	0...20mA/2	600 Ом/3	Ni100 standart/3	PROFINET, Profibus
4	11	5	*/-5V/3	(4-wire transducer) +/-20mA/3	600 Ом/3	TC-I Type E	+/-20mA/3	6 кОм/3	Ni1000 standart/2	PROFINET, Profibus
5	15	5	+/-10V/2	(2-wire transducer)/2	300 Ом/3	TC-I Type N	4...20mA/3	600 Ом/2	LG-Ni1000 standart/2	PROFINET, MPI
6	8	10	+/-1V/3	(4-wire transducer)0...20mA/2	150 Ом/2	TC-E Type K	0...20mA/2	6 кОм/2	KTY84/130 silicon temperature	PROFINET, Profibus
7	6	10	1...5V/4	(2-wire transducer)/3	600 Ом/2	TC-E Type L	+/-20mA/2	600 Ом/3	Pt100 climatic/2	PROFINET, Profibus
8	11	8	*/-5V/3	(4-wire transducer)0...20mA/3	300 Ом/2	TC-E Type J	4...20mA/3	6 кОм/3	Pt100 standart/2	PROFINET, PtP
9	16	10	+/-10V/2	(2-wire transducer)/2	150 Ом/2	TC-E Type E	0...20mA/2	600 Ом/2	Ni100 standart/3	PROFINET, MPI
10	14	12	+/-1V/3	(4-wire transducer)4...20mA/2	600 Ом/3	TC-E Type N	+/-20mA/3	6 кОм/2	Ni1000 standart/2	PROFINET, MPI
11	25	5	1...5V/4	(2-wire transducer)/3	300 Ом/3	TC-IL Type K	4...20mA/3	600 Ом/3	LG-Ni1000 standart/2	PROFINET, PtP
12	10	20	*/-5V/3	(4-wire transducer) 4...20mA /3	150 Ом/2	TC-IL Type L	0...20mA/2	6 кОм/3	KTY84/130 silicon temperature sensor	PROFINET, Profibus
13	15	4	+/-10V/2	(2-wire transducer)/2	600 Ом/2	TC-IL Type J	+/-20mA/2	600 Ом/2	Pt100 climatic/2	PROFINET, Profibus
14	17	25	+/-1V/3	(4-wire transducer) +/-20mA/2	300 Ом/2	TC-IL Type E	4...20mA/3	6 кОм/2	Pt100 standart/2	
15	16	6	1...5V/4	(2-wire transducer)/3	150 Ом/2	TC-IL Type N	0...20mA/2	600 Ом/3	Ni100 standart/3	PROFINET, Profibus
16	13	11	*/-5V/3	(4-wire transducer) +/-20mA/3	600 Ом/3	TC-EL Type K	+/-20mA/3	6 кОм/3	Ni1000 standart/2	PROFINET, PtP
17	9	15	+/-10V/2	(2-wire transducer)/2	300 Ом/3	TC-EL Type L	4...20mA/3	600 Ом/2	LG-Ni1000 standart/2	PROFINET, MPI

Продовження таблиці 1.1

Варіант	Центральна стойка									
	Дискретні вхідні		Аналогові вхідні 12bit				Аналогові вхідні 13bit			Communication PROFIN ET, Profibus
	24V DC	120/230VA C	Voltage/шт	Current/шт	Resistor (4 wire)/шт	Thermo couple	Current/шт	Resistance/шт	RTD thermal resistor (lin.)/шт.	
18	8	14	+/-1V/4	(4-wire transducer)0...20mA/2	150 Ом/2	TC-EL Type J	0...20mA/2	6 кОм/2	KTY84/130 silicon temperature	PROFIN ET, Profibus
19	21	4	1...5V/4	(2-wire transducer)/3	600 Ом/2	TC-EL Type E	+/-20mA/2	600 Ом/3	Pt100 climatic/2	PROFIN ET, PtP
20	11	11	*/-5V/3	(4-wire transducer) 4...20mA /3	300 Ом/2	TC-EL Type N	4...20mA/3	6 кОм/3	Pt100 standart/2	PROFIN ET, MPI
21	12	6	+/-10V/2	(2-wire transducer)/2	150 Ом/2	TC-E Type K	0...20mA/2	600 Ом/2	Ni100 standart/3	PROFIN ET, PtP
22	5	15	+/-1V/4	(4-wire transducer) 4...20mA /2	600 Ом/3	TC-E Type L	+/-20mA/3	6 кОм/2	Ni1000 standart/2	PROFIN ET, PtP
23	7	32	1...5V/4	(2-wire transducer)/3	300 Ом/3	TC-E Type J	4...20mA/3	600 Ом/3	LG-Ni1000 standart/2	PROFIN ET, PtP
24	32	12	*/-5V/3	(4-wire transducer) +/-20mA/3	150 Ом/2	TC-E Type E	0...20mA/2	6 кОм/3	KTY84/130 silicon temperature	PROFIN ET, MPI
25	19	7	+/-10V/2	(2-wire transducer)/2	600 Ом/2	TC-E Type N	+/-20mA/2	600 Ом/2	Pt100 climatic/2	PROFIN ET, PtP
26	10	8	+/-1V/4	(4-wire transducer)0...20mA/2	300 Ом/2	TC-I Type K	4...20mA/3	6 кОм/2	Pt100 standart/2	PROFIN ET, MPI
27	12	9	1...5V/4	(2-wire transducer)/3	150 Ом/2	TC-I Type L	0...20mA/2	600 Ом/3	Ni100 standart/3	PROFIN ET, PtP
28	13	10	*/-5V/3	(4-wire transducer) +/-20mA/3	600 Ом/3	TC-I Type J	+/-20mA/3	6 кОм/3	Ni1000 standart/2	PROFIN ET, MPI
29	14	11	*/-5V/3	(2-wire transducer)/2	300 Ом/3	TC-I Type E	4...20mA/3	600 Ом/2	LG-Ni1000 standart/2	PROFIN ET, Profibus
30	16	6	1...5V/4	(2-wire transducer)/3	150 Ом/2	TC-IL Type N	0...20mA/2	600 Ом/3	Ni100 standart/3	PROFIN ET, Profibus

Таблиця 1.2 - Варіанти індивідуальних завдань для практичної роботи 1 – конфігурування центральної стойки – вихідні сигнали

Варіант	Центральна стойка									
	Дискретні вихідні							Аналогові вихідні 12bit		
	24VDC/0,5A	24VDC/2A	120/230VAC/1A	120/230VAC/1A	120/230VAC/2A	120/230VAC/4A	120/230VAC Relay	Current /шт	Voltage /шт	
1	8	6	-	-	-	-	-	+/- 20mA/2	1...5V/2	
2	12	-	8	-	-	-	-	4...20mA/3	0...10V/2	
3		20		6				0...20mA/2	+/-10V/2	

Продовження таблиці 1.2

Варіант	Центральна стойка								
	Дискретні вихідні						Аналогові вихідні 12bit		
	24VDC/ 0,5A	24VDC/ 2A	120/230 VAC/1A	120/230 VAC/1A	120/230 VAC/2A	120/230 VAC/4A	120/230 VAC Relay	Current /шт	Voltage /шт
4	11				5			+/- 20mA/3	1...5V/3
5		15				5		4...20mA/3	0...10V/3
6	8						10	0...20mA/2	+/-10V/3
7	6		10					+/- 20mA/2	1...5V/2
8		8		11				4...20mA/3	0...10V/2
9	16						10	0...20mA/2	+/-10V/2
10		12				14		+/- 20mA/3	1...5V/3
11		5	25					4...20mA/3	0...10V/3
12	10			20				0...20mA/2	+/-10V/3
13	15						4	+/- 20mA/2	1...5V/2
14	17		25					4...20mA/3	0...10V/2
15		6		16				0...20mA/2	+/-10V/2
16		11			13			+/- 20mA/3	1...5V/3
17		15				9		4...20mA/3	0...10V/3
18	8		14					0...20mA/2	+/-10V/3
19	21						4	+/- 20mA/2	1...5V/2
20		11	11					4...20mA/3	0...10V/2
21	12						6	0...20mA/2	+/-10V/2
22	5			15				+/- 20mA/3	1...5V/3
23	32					7		4...20mA/3	0...10V/3
24		12	32					0...20mA/2	+/-10V/3
25		7			19			+/- 20mA/2	1...5V/2
26	10			8				4...20mA/3	0...10V/2
27	12				9			0...20mA/2	+/-10V/2
28		10	13					+/- 20mA/3	1...5V/3
29	14				11			4...20mA/3	0...10V/3
30	7	7						+/- 20mA/2	+/-10V/3

Таблиця 1.3 - Варіанти індивідуальних завдань для практичної роботи 1 – конфігурування стоек розширення – вхідні сигнали

Варіант	Модулі стійки розширення								
	Дискретні вхідні		Аналогові вхідні 12bit				Аналогові вхідні 13bit		
	24V DC	120/230VAC	Voltage/шт	Current/шт	Resistor (4 wire)/шт	Thermocouple	Current/шт	Resistance/шт	RTD thermal resistor (lin.)/шт.
1	48	16	+/- 10V/4	(2-wire transducer)/7	600 Ом/6	TC-I Type K/ 4	+/- 20mA/8	600 Ом/2	Pt100 climatic/5
2	42	18	+/-1V/5	(4-wire transducer) 4...20mA/6	300 Ом/6	TC-I Type L/ 4	4...20mA/7	6 кОм/6	Pt100 standart/5
3	20	36	1...5 V/5	(2-wire transducer)/7	150 Ом/6	TC-I Type J/ 4	0...20mA/7	600 Ом/6	Ni100 standart/6
4	41	25	*/-5V/5	(4-wire transducer) +/-20mA/7	600 Ом/7	TC-I Type E/ 4	+/- 20mA/8	6 кОм/7	Ni1000 standart/5
5	45	35	+/- 10V/4	(2-wire transducer)/6	300 Ом/7	TC-I Type N/ 4	4...20mA/7	600 Ом/7	LG-Ni1000 standart/5
6	28	40	+/-1V/5	(4-wire transducer)0...20mA/6	150 Ом/7	TC-E Type K/ 4	0...20mA/8	600 Ом/2	KTY84/130 silicon temperature/5
7	26	40	1...5 V/5	(2-wire transducer)/6	600 Ом/6	TC-E Type L/ 4	+/- 20mA/9	6 кОм/6	Pt100 climatic/6
8	31	28	*/-5V/6	(4-wire transducer) 0...20mA/7	300 Ом/6	TC-E Type J/ 4	4...20mA/8	600 Ом/6	Pt100 standart/6
9	36	23	+/- 10V/4	(2-wire transducer)/7	150 Ом/6	TC-E Type E/ 4	0...20mA/9	6 кОм/7	Ni100 standart/5
10	34	31	+/-1V/6	(4-wire transducer) 4...20mA/7	600 Ом/7	TC-E Type N/ 4	+/- 20mA/7	600 Ом/2	LG-Ni1000 standart/5
11	25	35	1...5 V/4	(2-wire transducer)/7	300 Ом/7	TC-IL Type K/ 4	4...20mA/8	6 кОм/6	KTY84/130 silicon temperature/5
12	40	30	*/-5V/5	(4-wire transducer) 4...20mA /6	600 Ом/6	TC-IL Type L/ 4	0...20mA/9	600 Ом/6	LG-Ni1000 standart/5
13	35	24	+/- 10V/6	(2-wire transducer)/6	300 Ом/6	TC-IL Type J/ 4	+/- 20mA/9	6 кОм/7	KTY84/130 silicon temperature/5
14	27	35	+/-1V/5	(4-wire transducer) +/-20mA/7	150 Ом/6	TC-IL Type E/ 4	4...20mA/7	600 Ом/2	Ni100 standart/6
15	36	16	1...5 V/6	(2-wire transducer)/6	600 Ом/7	TC-IL Type N/ 5	0...20mA/8	6 кОм/6	Ni1000 standart/5
16	43	21	*/-5V/5	(4-wire transducer) +/-20mA/7	300 Ом/7	TC-EL Type K/ 5	+/- 20mA/9	600 Ом/6	LG-Ni1000 standart/5
17	29	35	+/- 10V/6	(2-wire transducer)/6	150 Ом/7	TC-EL Type L/ 4	4...20mA/9	6 кОм/7	KTY84/130 silicon temperature/5

Продовження таблиці 1.3


Варіант	Модулі стойки розширення								
	Дискретні вхідні		Аналогові вхідні 12bit				Аналогові вхідні 13bit		
	24V DC	120/230VA C	Voltage/шт	Current/шт	Resistor (4 wire)/шт	Thermocouple	Current/шт	Resistance/шт	RTD thermal resistor (lin.)/шт.
18	28	24	+/-1V/6	(4-wire transducer) 0...20mA/7	600 Ом/6	TC-EL Type J/ 4	0...20mA/8	600 Ом/2	Pt100 climatic/8
19	41	14	1...5 V/5	(2-wire transducer)/7	300 Ом/6	TC-EL Type E/ 4	+/- 20mA/7	6 кОм/6	Pt100 standart/6
20	31	21	*/-5V/7	(4-wire transducer) 4...20mA /8	150 Ом/6	TC-EL Type N/ 4	4...20mA/6	600 Ом/6	Ni100 standart/5
21	42	26	+/- 10V/5	(2-wire transducer)/8	600 Ом/7	TC-E Type K/ 4	0...20mA/5	6 кОм/7	LG-Ni1000 standart/5
22	35	35	+/-1V/6	(4-wire transducer) 4...20mA /6	300 Ом/7	TC-E Type L/ 5	+/- 20mA/7	600 Ом/2	KTY84/130 silicon temperature/5
23	37	32	1...5 V/4	(2-wire transducer)/7	150 Ом/7	TC-E Type J/ 5	4...20mA/8	6 кОм/6	Pt100 standart/6
24	32	32	*/-5V/7	(4-wire transducer) +/-20mA/7	600 Ом/6	TC-E Type E/ 6	0...20mA/8	600 Ом/6	Ni100 standart/5
25	29	27	+/- 10V/6	(2-wire transducer)/7	300 Ом/6	TC-E Type N/ 5	+/- 20mA/7	6 кОм/7	Pt100 climatic/5
26	40	28	+/-1V/6	(4-wire transducer)0 ...20mA/6	150 Ом/6	TC-I Type K	4...20mA/7	600 Ом/2	Pt100 standart/7
27	42	29	1...5 V/6	(2-wire transducer)/7	600 Ом/7	TC-I Type L/ 6	0...20mA/8	6 кОм/6	Ni100 standart/5
28	33	30	*/-5V/6	(4-wire transducer) +/-20mA/6	300 Ом/7	TC-I Type J/ 4	+/- 20mA/9	600 Ом/6	Ni1000 standart/6
29	31	28	*/-5V/6	(4-wire transducer) 0...20mA/7	300 Ом/6	TC-E Type J/ 5	4...20mA/8	6 кОм/7	Pt100 standart/5
30	36	23	+/- 10V/4	(2-wire transducer)/7	150 Ом/6	TC-E Type E/ 5	0...20mA/8	600 Ом/7	Ni100 standart/6

Таблиця 1.4 - Варіанти індивідуальних завдань для практичної роботи 1 – конфігурування стоек розширення – вихідні сигнали

Варіант	Модулі стойки розширення								
	Дискретні вихідні						Аналогові вихідні 12bit		
	24VDC/ 0,5A	24VDC/ 2A	120/230 VAC/1A	120/230 VAC/1A	120/230 VAC/2A	120/230 VAC/4A	120/230 VAC Relay	Current /шт	Voltage /шт
1	18	16					2	+/- 20mA/6	1...5V/4
2	12			18				4...20mA/6	0...10V/4

Продовження таблиці 1.4

Варіант	Модулі стойки розширення								
	Дискретні вихідні						Аналогові вихідні 12bit		
	24VDC/ 0,5A	24VDC/ 2A	120/230 VAC/1A	120/230 VAC/1A	120/230 VAC/2A	120/230 VAC/4A	120/230 VAC Relay	Current /шт	Voltage /шт
3		30		5	16			0...20mA/6	+/-10V/4
4	21					15		+/- 20mA/6	1...5V/5
5		25					15	4...20mA/6	0...10V/5
6	18			20				+/- 20mA/6	+/-10V/5
7		16					15	4...20mA/6	1...5V/4
8	18			21	3			0...20mA/6	0...10V/4
9	16		4				20	+/- 20mA/6	+/-10V/4
10		22		5		14		+/- 20mA/6	1...5V/5
11	15				25		3	4...20mA/6	0...10V/5
12		20		20		5		0...20mA/6	+/-10V/5
13	25		12				4	+/- 20mA/6	1...5V/4
14		8		25		4		+/- 20mA/6	0...10V/4
15		16	16		10			4...20mA/6	+/-10V/4
16	21			13		6		0...20mA/6	1...5V/5
17		25		10			9	+/- 20mA/6	0...10V/5
18	18	14			6			+/- 20mA/6	+/-10V/5
19		21	12				4	4...20mA/6	1...5V/4
20	21		11			7		0...20mA/6	0...10V/4
21		12		12			6	+/- 20mA/6	+/-10V/4
22	15		4		15			+/- 20mA/6	1...5V/5
23	32		4			17		4...20mA/6	0...10V/5
24	32	12					6	0...20mA/6	+/-10V/5
25	14			19			4	+/- 20mA/6	1...5V/4
26		20	18		7			+/- 20mA/6	0...10V/4
27	22		15				9	4...20mA/6	+/-10V/4
28	13	10				10		0...20mA/6	1...5V/5
29	25			11			8	+/- 20mA/6	0...10V/5
30	17		7			22		+/- 20mA/7	+/-10V/5



## ПРАКТИЧНА РОБОТА 2. ВИВЧЕННЯ ПЗ TIA PORTAL. КОНФІГУРУВАННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ НА БАЗІ SIMATIC S7-400. СИСТЕМИ ВВОДУ-ВИВОДУ ІНФОРМАЦІЇ ТА АПАРАТУРА УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ SIMATIC

*Мета работ:* освоєння інтерфейсу інструментальної системи TIA Portal, а також методики конфігурування та параметрування апаратури центральних станцій.

### *Правила розміщення модулів у станції SIMATIC-400*

Правила розміщення модулів у станції S7-400 залежать від типу стійки, що застосовується. У центральній стійці модулі розміщуються за такими правилами:

- блоки живлення встановлюються лише у слоті 1 та наступних слотах;
- кількість інтерфейсних модулів має бути не більше 6, з них не більше 2 із передачею живлення;
- до центральної стійки через інтерфейсні модулі можна підключити трохи більше 21 стійки розширення;
- до інтерфейсу передавального IM 460-1 можна підключити не більше 1 стійки розширення з передачею струму;
- до інтерфейсу передачі IM 460-0 або IM 460-3 можна підключити не більше 4 стійок розширення без передачі струму.

Для підключення стійок розширення UR та ER використовуються передавальні інтерфейсні модулі IM 460-0, IM 460-1, IM 460-3 та приймальні інтерфейсні модулі IM 461-0, IM 461-1, IM 461-3. Варіанти використання цих модулів наведені на рисунку 1.3.

Застосування інтерфейсних модулів IM 460-1 і IM 461-1 дозволяє додати до центральної стійки *одну* стійку розширення. Відмінною рисою цих інтерфейсних модулів є можливість подачі 5-вольтової напруги живлення від центральної стійки в стійку розширення, що дозволяє не встановлювати блок живлення в стійку розширення. При цьому довжина лінії зв'язку між стійками не повинна перевищувати 1,5 м.

Застосування інтерфейсних модулів IM 460-0 і IM 461-0 дозволяє додати до центральної стійки *від 1 до 4 стійок* розширення з довжиною лінії зв'язку до 3 метрів.

І, нарешті, за допомогою інтерфейсних модулів IM 460-3 і IM 461-3 до центральної стійки можливо підключення *від однієї до 4 стійок* розширення з довжиною лінії зв'язку до 102 метрів.

Слід прийняти до уваги, що в базовій стійці можна встановити до 6 передавальних інтерфейсних модулів. Приймальний модуль повинен бути установлений тільки в останній слот стійки розширення.

На рисунку 2.1 приведено варіанти використання інтерфейсних

## модулів станції Simatic S7-400.

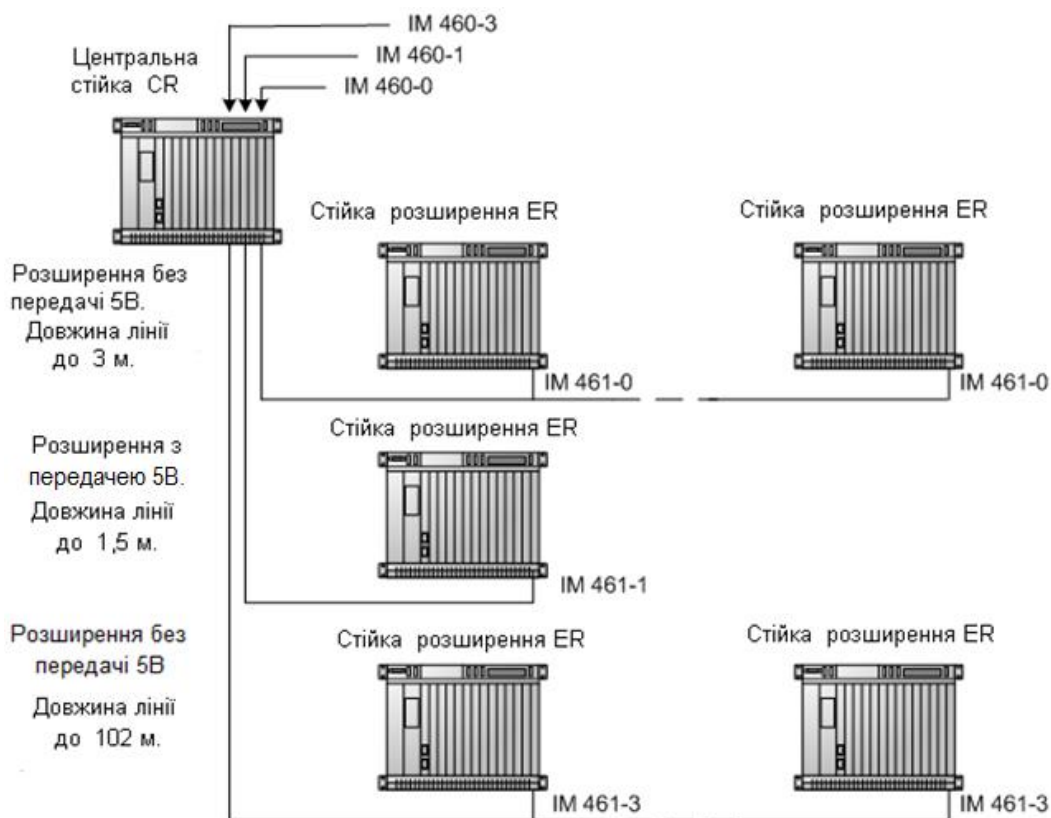


Рисунок 2.1 – Варіанти використання інтерфейсних модулів станції Simatic S7-400

У стійках можуть встановлюватися блоки живлення, що резервуються. Для блоків живлення станції S7-400, що резервуються, слід враховувати наступні правила:

- встановлення резервованих блоків живлення можливе лише у призначених для цього стійках (розпізнаються за більшим замовленим номером та інформаційним текстом у вікні каталогу апаратури Hardware Catalog);

- блоки живлення, що резервуються, можуть експлуатуватися тільки разом з призначеними для цього CPU (непридатні CPU, наприклад, більш старої версії, при конфігуруванні відкидаються);

- блоки живлення, що резервуються, повинні встановлюватися зі слота 1 без перепусток;

- блоки живлення, що резервуються і не резервуються, не можуть вставлятися в одну і ту ж стійку, тобто змішана експлуатація неможлива.

### Конфігурування стійок розширення

1. Виберіть відповідну стійку розширення (типу UR\* або ER\*) з каталогу Hardware Catalog.

2. Відбуксуйте стійку за допомогою Drag&Drop у вікно станції.

3. Розмістіть у стойці модулі. При цьому блок живлення має бути встановлений у першому слоті, а інтерфейсний модуль – в останньому слоті.

4. Зробіть з'єднання між інтерфейсними модулями, встановленими в центральній стойці та стойці розширення. З цією метою клацніть двічі на ІМ. У закладці Connect відображаються всі стойки з встановленими ІМ. Вибравши стойку розширення, підключіть її за допомогою екранної кнопки Connect до інтерфейсу ІМ, що передає (С1 або С2). Підтвердьте з'єднання кнопкою ОК.

Після виконання цих процесів між інтерфейсними модулями з'явиться сполучна лінія.

На рисунку 2.2 як приклад показано вікно станції з відображенням центральної стойки (0) та стойки розширення (1), з'єднаних між собою інтересними модулями ІМ 460-0 та ІМ 461-0.

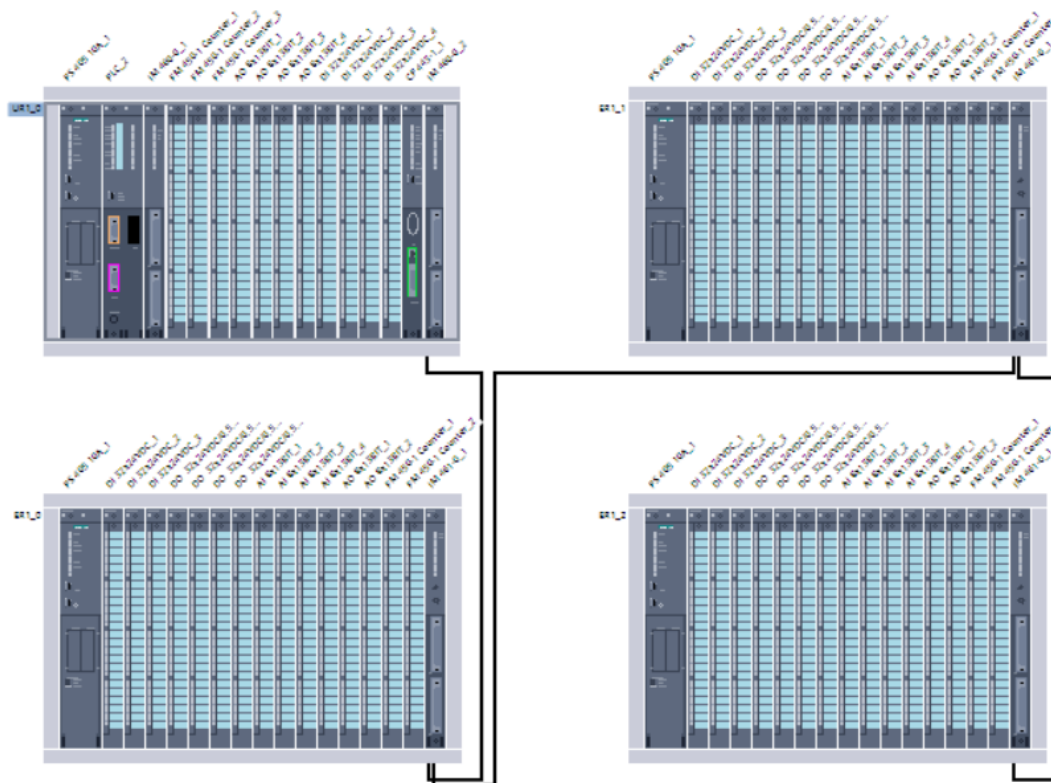



Рисунок 2.2 – Пример конфігурування стоек станції Simatic S7-400

#### Заміна стоек у станції

Заміна стоек станції SIMATIC S7-400 виправдана, якщо внаслідок цієї заміни функціональні можливості станції розширюються. Це відбувається у таких випадках:

- Заміна стойки, яка не підтримує резервування системи живлення, на стойку, яка підтримує резервування.
- Заміна короткої стойки (9 слотів) на довгу (18 слотів) для встановлення додаткових модулів. Для стоек, сконфігурованих як



стойки розширення (UR або ER з IM, що приймають), приймаючі IM автоматично переміщуються в останній слот.

- У станції, що спочатку спроектована з довгою стійкою, стойка може бути замінена короткою для скорочення. Однак ця заміна неможлива для довгих стійок, спроектованих як стойки розширення (UR або ER з IM).

#### *Правила заміни стійок*

Стойка станції SIMATIC 400 може бути замінена на іншу тільки при дотриманні наступних основних правил (якщо хоча б одне правило не виконуються, STEP 7 не дозволяє заміну і перериває процедуру з повідомленням про помилку):

- Сегментована стійка (CR2) не може бути замінена не сегментованою (наприклад, UR1) та навпаки. Слоти з модулями з двох сегментів не можуть бути однозначно зіставлені слотам в іншій, не сегментованій стойки. Тому стійка CR2 може бути замінена тільки на стійку CR2 з іншим порядковим номером, наприклад, щоб забезпечити встановлення модулів із резервуванням живлення без того, щоб проводити конфігурування знову.

- При встановленні модулів у нову стійку не повинні порушуватись жодні правила слотів.

- Не дозволяється заміна стойки UR1 із встановленим CPU на стійку розширення ER1, оскільки встановлення CPU в ER1 заборонено правилами слотів.

Якщо станція має складну структуру, наприклад, містить кілька стійок, можна налаштувати станцію на мінімальний розмір.

Для мінімізації розміру станції необхідно виконати таке:

1. Виділити конфігураційну таблицю.
2. Натиснути праву кнопку миші та вибрати у спливаючому меню команду *Minimize (Мінімальний розмір)*.

#### *Заміна компонентів*

Якщо потрібно замінити компонент у стойці з встановленими модулями, виконайте наступне:

1. Перейдіть до конфігурації станції компонента, який потрібно замінити.

2. Виділіть у вікні каталогу апаратури ідентичний компонент, сумісний із замінюваним. Наприклад, для відомих DP можна виділити інтерфейсний модуль IM 153-2 (див. рис. 1.16).

3. Двічі клацніть потрібний компонент у каталозі апаратури. Якщо компоненти сумісні, вони замінюються, причому модулі вихідної конфігурації зберігають налаштування адрес та параметрів.

Заміна компонента можлива також за допомогою буксирування методом drag-and-drop з каталогу апаратури. З'являється вікно *Change device* з характеристиками модулів в якому потрібно підтвердити заміну (див. рис. 2.3).

## Методика параметрування модулів та інтерфейсів

### Призначення адрес вузлів та входів та виходів

При призначенні адрес слід розрізняти призначення адрес вузлам і призначення адрес входам-виходам.

Адреси вузлів призначаються програмованим модулям у мережах MPI, PROFIBUS, Industrial Ethernet.

Адреси входів-виходів (I/O) призначаються модулям для того, щоб у програмі користувача зчитувати входи або встановлювати виходи.

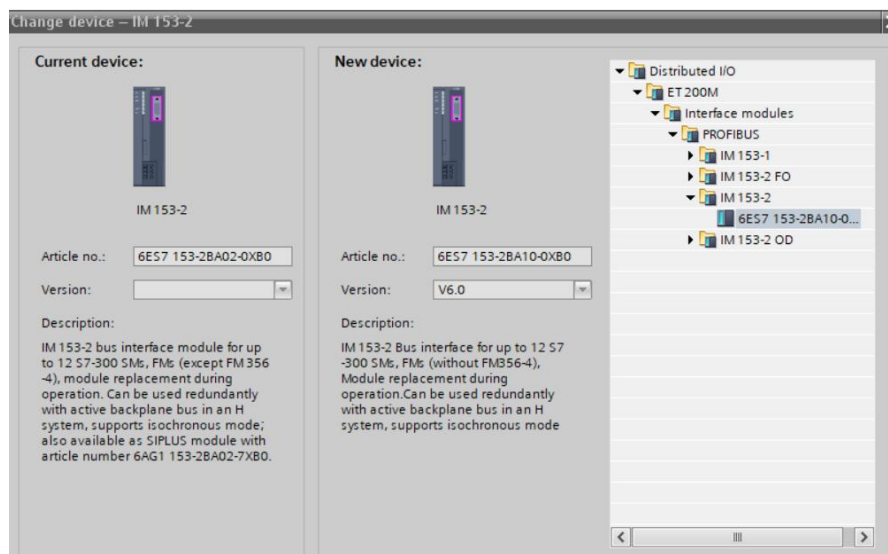


Рисунок 2.3 - Вікно Change device

Слід врахувати, що адреси MPI для функціональних модулів та комунікаційних процесорів призначаються автоматично. Вони визначаються центральним процесором за таким правилом:

- *перший CP або перший FM після CPU*: MPI-адрес CPU + 1;
- *другий CP або другий FM після CPU*: MPI-адрес CPU + 2 і т.д.

Нові CPU S7-300 дозволяють вільне завдання адреси MPI для CP та FM. Адреса встановлюється через закладку General [Загальні (властивості)] модуля.

Адреси входів-виходів TIA Portal STEP 7 задаються автоматично при розміщенні модулів в конфігураційній таблиці. Кожен модуль має свою початкову адресу (адресу першого каналу). Адреси інших каналів виходять із цієї початкової адреси, як показано на рисунку 2.4.

Вже використані адреси входів та виходів можна відобразити відкриттям закладки "Device View".

Адресні області входів та виходів відображаються із зазначенням місця розміщення модулів – номером майстер-системи DP, номером стойки, слота чи гнізда. Адреси входів, що мають нульову довжину, наприклад, адреси інтерфейсних модулів, позначаються зірочкою (I\*).



Стойка 3	PS	IM (Получатель)	96.0 до 99.7	100.0 до 103.7	104.0 до 107.7	108.0 до 111.7	112.0 до 115.7	116.0 до 119.7	120.0 до 123.7	124.0 до 127.7	
Стойка 2	PS	IM (Получатель)	64.0 до 67.7	68.0 до 70.7	72.0 до 75.7	76.0 до 79.7	80.0 до 83.7	84.0 до 87.7	88.0 до 91.7	92.0 до 95.7	
Стойка 1	PS	IM (Получатель)	32.0 до 35.7	36.0 до 39.7	40.0 до 43.7	44.0 до 47.7	48.0 до 51.7	52.0 до 55.7	56.0 до 59.7	60.0 до 63.7	
Стойка 0	PS	CPU	0.0 до 3.7	4.0 до 7.7	8.0 до 11.7	12.0 до 15.7	16.0 до 19.7	20.0 до 23.7	24.0 до 27.7	28.0 до 31.7	
Слот	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Рисунок 2.4 – Схема адресації входів-виходів у базовій стойці та стойках розширення

На рисунку 2.5 показаний приклад розподілу адрес входів (I) і виходів (Q) для системи S7-400 (CPU 417-4), що складається з центральної стійки (0) та стійки розширення (1). Область адресного простору центрального процесора становить 16 383 байти.

Module	Rack	Slot	I address	Q address	Type	Article no.	Firmware
PS 407 10A_1	0	1			PS 407 10A	6ES7 407-0KA02-0AA0	
PLC_1	0	3			CPU 417-4 DP	6ES7 417-4XT05-0AB0	V5.3
MPIDP interface_1	0	3 X1	16382*		MPIDP interface		
DP interface_1	0	3 X2	16383*		DP interface		
	0	3 IF1					
	0	3 IF2					
FM 455 C PID Control_1	0	5	512...639	512...639	FM 455 C PID Control	6ES7 455-0V500-0AE0	
FM 451 Fixed Speed_1	0	7	640...663	640...663	FM 451 Fixed Speed	6ES7 451-3AL00-0AA0	
DI 32x24VDC_1	0	9	0...3		DI 32x24VDC	6ES7 421-1BL01-0AA0	
DI 32x24VDC_2	0	10	4...7		DI 32x24VDC	6ES7 421-1BL01-0AA0	
DI 32x24VDC_3	0	11	8...11		DI 32x24VDC	6ES7 421-1BL01-0AA0	
AI 8x14BIT_1	0	12	664...679		AI 8x14BIT	6ES7 431-1KF10-0AB0	
AI 8x14BIT_2	0	13	680...695		AI 8x14BIT	6ES7 431-1KF10-0AB0	
CP 443-1 OPC UA_1	0	14	8183*		CP 443-1 OPC UA	6GK7 443-1UX00-0XE0	V1.0
Ethernet interface_1	0	14 X1			Ethernet interface		
Port_1	0	14 X1...			Port		
	0	15					
CP 440_1	0	16	696...711	696...711	CP 440	6ES7 440-1CS00-0YE0	V1.0
IM 460-0_2	0	17	16379*		IM 460-0	6ES7 460-0AA01-0AB0	
IM 46x SenderPort_1	0	17 1			IM 46x SenderPort		
IM 46x SenderPort_2	0	17 2			IM 46x SenderPort		
	0	18					
PS 405 10A_1	1	1			PS 405 10A	6ES7 405-0KA02-0AA0	
DI 32x24VDC_1	1	3	12...15		DI 32x24VDC	6ES7 421-1BL01-0AA0	
DI 32x24VDC_2	1	4	16...19		DI 32x24VDC	6ES7 421-1BL01-0AA0	
DI 32x24VDC_3	1	5	20...23		DI 32x24VDC	6ES7 421-1BL01-0AA0	
DI 32x24VDC_4	1	6	24...27		DI 32x24VDC	6ES7 421-1BL01-0AA0	
AI 8x14BIT_1	1	7	712...727		AI 8x14BIT	6ES7 431-1KF10-0AB0	

Рисунок 2.5 – Приклад відображення адрес у вікні Device View

- У таблиці вікна Device View наведено такі дані (зліва направо):
- тип даних – вхід (I), вихід (Q);
  - області адрес кожного модуля (Addr. from та Addr. to);

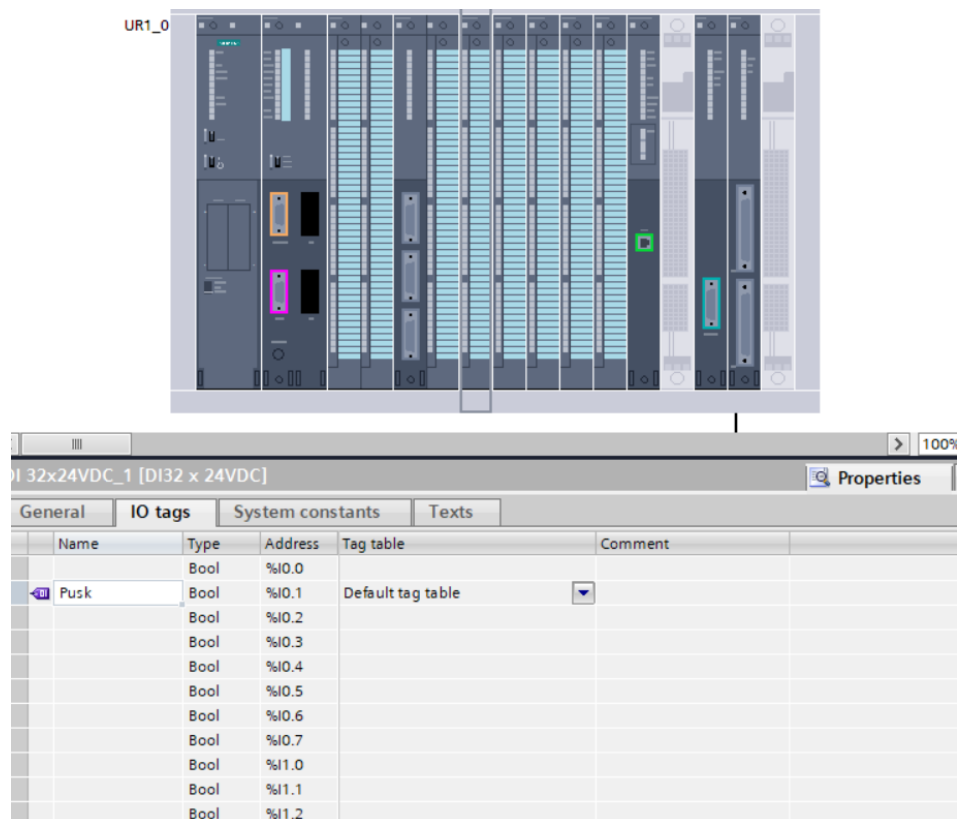
- найменування модуля;
- тип поділу образу процесу (PIP – Process image partition), у якому зазначено організаційний блок OB1 (циклічне виконання);
- адреси в PROFIBUS DP (колонка DP) та PROFINET (колонка PN);
- номер стійки R (Rack) та номер слота S (Slot);
- стартові адреси модулів інтерфейсів DP-Master та MPI (колонка IF).

### *Призначення символічних імен адресам входів та виходів*

Вже при конфігуруванні цифрових або аналогових модулів їх входам і виходам можна призначити символічні імена, не відкриваючи таблицю символів. Для вбудованих входів-виходів, наприклад CPU 312 IFM, а також для комунікаційних процесорів CP і функціональних модулів FM символічні імена призначаються через таблицю символів (див. рис. 2.6).

При заданні символічного імені необхідно:

1. Виділити цифровий або аналоговий модуль, адресам якого надаються символічні імена.
2. Вибрати команду вкладку Properties (Властивості) – IO Taget і у вікні, що відкрилося, в колонці Name внести символічні імена входів або виходів.



**Рисунок 2.6 - Призначення символічних імен адресам входів та виходів**  
**Завдання до практичної робота**

Вивчення ППЗ TIA Portal. Конфігурування центральної станції на базі Simatic S7-400. Системи вводу-виводу інформації та апаратура управління на базі технології Simatic. Порядок та методика конфігурування і параметризації стійкі розширення

*Варіанти індивідуальних завдань для практичної роботи* наведено у таблиці 2.1 та 2.2.

Номер варіанта відповідає порядковому номеру студента у журналі групи.

Завдання містить вимоги до центральної станції, що складається з базової стойки і стійок розширення.

Під час виконання роботи необхідно задовольнити такі вимоги:

1. Вибрані блоки живлення повинні забезпечити необхідний струм споживання.

2. Процесорні модулі повинні відповідати вимогам до комунікацій.

3. При виборі інтерфейсного модуля для з'єднання стійок необхідно визначити доцільність передачі струму стойки розширення, відстань, кількість стійок розширення, а також необхідність комунікаційної шини.

4. При виборі сигнальних модулів обґрунтувати типи модулів з урахуванням напруги, навантажувальних здібностей та типів з'єднання із зовнішніми пристроями (групування каналів, кількість точок з'єднання, опір навантаження).

5. При виборі комунікаційних процесорів необхідно звернути увагу на тип мережі, підтримувані ним комунікаційні функції, а також пристрої, з якими цей процесор може взаємодіяти.

У звіті необхідно подати:

1. Завдання (варіант).

2. Обґрунтування вибору стійок та модулів.

3. Скріншот вікна сконфігурованої станції Device Overview або його друкований варіант.

4. Файл конфігурації станції.

*Таблиця 2.1 - Варіанти індивідуальних завдань для практичної роботи 2 – конфігурування центральної стойки*

Варіант	Базова стойка								
	Кількість входів				Кількість виходів				Комунікації
	Дискретні		Аналог.		Дискретні		Аналогові		
	=24V	~110V	U	I	=24V	~220V	±10V	±20mA	
1	80	40	25	5	60	25	5	12	PtP, DP

## Продовження таблиці 2.1

Варіант	Базова стойка								
	Кількість входів				Кількість виходів				Комунікації
	Дискретні		Аналог.		Дискретні		Аналогові		
	=24В	~110В	U	I	=24В	~220В	±10В	±20mA	
2	50	25	10	8	80	20	10	4	DP
3	40	60	15	10	70	15	2	6	Ethernet, DP
4	100	35	20	12	50	35	4	5	MPI, DP
5	45	50	25	15	30	30	8	10	DP
6	70	20	10	20	90	10	12	2	Ethernet, DP
7	60	40	15	25	60	25	18	4	PtP, DP
8	50	25	20	5	80	20	5	8	DP
9	80	60	25	8	70	15	10	12	Ethernet, DP
10	50	35	10	10	50	35	2	18	MPI, DP
11	40	50	15	12	30	30	4	12	DP
12	100	20	20	15	90	10	8	4	Ethernet, DP
13	45	40	25	20	60	25	12	6	MPI, DP
14	70	25	10	25	80	20	18	5	DP
15	60	60	15		70	15		10	Ethernet, DP
16	50	35	20		50	35		2	PtP, DP
17	90	50	25	5	30	30	5	4	DP
18	80	20	10	8	90	10	10	8	Ethernet, DP
19	50	40	15	10	60	25	2	12	MPI, DP
20	40	25	20	12	80	20	4	18	DP
21	100	60	25	15	70	15	8	12	Ethernet, DP
22	45	35	10	20	50	35	12	4	PtP, DP
23	70	50	15	25	30	30	18	6	DP
24	60	20	20		90	10		5	Ethernet, DP
25	50	70	30		35	40		10	MPI, DP
26	80	40	25	5	60	25	5	12	PtP, DP
27	50	25	10	8	80	20	10	4	DP

Продовження таблиці 2.1

Варіант	Базова стойка								
	Кількість входів				Кількість виходів				Комунікації
	Дискретні		Аналог.		Дискретні		Аналогові		
	=24В	~110В	U	I	=24В	~220В	±10В	±20mA	
28	40	60	15	10	70	15	2	6	Ethernet, DP
29	100	35	20	12	50	35	4	5	MPI, DP
30	45	50	25	15	30	30	8	10	DP

Таблиця 2.2 - Варіанти індивідуальних завдань для практичної роботи 2 – конфігурування стойки розширення

Варіант	Відстань до базової стойки, м	Модулів стойки розширення									
		FM	Дискретні				Аналогові				
			Входів		Виходів		Входів			Виходів	
			+24В	~110В	+24В	~220В	U	I	T°	U	I
1	1	+	80	60	120	150	8	4	15	10	25
2	2		50	35	80	90	12	8	5	25	5
3	3		40	50	70	70	6	15	25	8	12
4	4	+	100	20	65	75	10	20	35	45	20
5	5	+	45	40	50	80	30	7	5		
6	8		90	30	120	150				20	15
7	12		70	15	80	90	8	4	15	10	25
8	20	+	80	60	70	70	12	8	5	25	5
9	1	+	50	35	65	75	6	15	25	8	12
10	2		40	50	50	80	10	20	35	45	20
11	3		100	20	120	150	30	7	5		
12	4	+	45	40	80	90				20	15
13	5	+	90	30	70	70	8	4	15	10	25
14	8		70	15	65	75	12	8	5	25	5
15	12		80	60	50	80	6	15	25	8	12
16	20	+	50	35	120	150	10	20	35	45	20
17	1	+	40	50	80	90	30	7	5		

Продовження таблиці 2.2

Варіант	Відстань до базової стійки, м	Модулів стійки розширення									
		FM	Дискретні				Аналогові				
			Входів		Виходів		Входів			Виходів	
			+24В	~110В	+24В	~220В	U	I	T°	U	I
18	2		100	20	70	70				20	15
19	3		45	40	65	75	8	4	15	10	25
20	4	+	90	30	50	80	12	8	5	25	5
21	5	+	70	15	120	150	6	15	25	8	12
22	8		50	40	80	90	10	20	35	45	20
23	12		20	100	70	70	30	7	5		
24	20	+	35	60	65	75				20	15
25	50		25	40	50	80	18	12	8	12	18
26	1	+	80	60	120	150	8	4	15	10	25
27	2		50	35	80	90	12	8	5	25	5
28	3		40	50	70	70	6	15	25	8	12
29	4	+	100	20	65	75	10	20	35	45	20
30	5	+	45	40	50	80	30	7	5		

### ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

## КОНФІГУРУВАННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ НА БАЗІ SIMATIC S7-1200. СИСТЕМИ ВВОДУ-ВИВОДУ ІНФОРМАЦІЇ ТА АПАРАТУРА УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ SIMATIC

*Мета роботи:* придбати практичні навички при рішенні конфігурування центральної станції на базі Simatic S7-1200

### 3.1 Вибір CPU, особливості механічної конфігурації станції

Конфігурація пристрою PLC створюється шляхом додавання модуля CPU та інших модулів до проекту. Особливості механічної конфігурації станції на базі ПЛК Simatic S7-1200 приведено на рисунку 3.1.

- ① Комунікаційний модуль (CM) або комунікаційний процесор (CP): до 3 штук, вставляються у слотах 101, 102 та 103
- ② CPU: слот 1
- ③ Порт PROFINET CPU
- ④ Сигнальна плата (SB), комунікаційна плата (CB) або плата буферної батареї (BB): максимально можливо встановити тільки 1 плату у модуль CPU. 1; в
- ⑤ Сигнальний модуль (SM) для цифрових або аналогових входів/виходів: до 8 штук, встановлюються у слотах від 2 до 9 (8 штук у CPU 1214C, CPU 1215C та CPU 1217C, 2 штуки у CPU 1212C, немає у CPU 1211C).

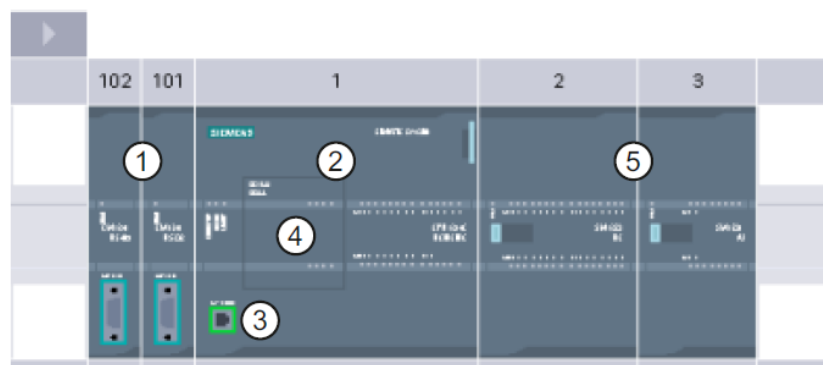


Рисунок 3.1 - Особливості механічної конфігурації станції на базі ПЛК Simatic S7-1200

Модуль CPU може бути вставлений у проект у портальному (див. рис. 3.2) або проектному поданні (див. рис. 3.3) STEP 7:

- У портальному поданні необхідно вибрати портал "Devices & Networks [Пристрої та мережі]" та клацніть на "Add device [Додати пристрій]".

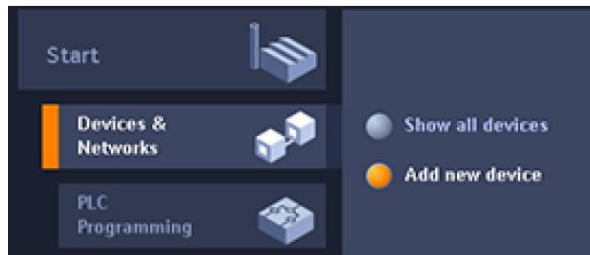


Рисунок 3.2 - Додавання модулю CPU у портальному поданні

У проектному поданні під ім'ям проекту двічі клацнути лівою кнопку "мишки" на "Add new device [Додати новий пристрій]".



Рисунок 3.3 - Додавання модулю CPU у проектному поданні

Для створення конфігурації пристроїв вставте у свій проект CPU. Вибір CPU у діалоговому вікні "Add a new device [Додати новий пристрій]" створює стійку та CPU. Діалогове вікно "Додування нового пристрою" наведено на рисунку 3.4.

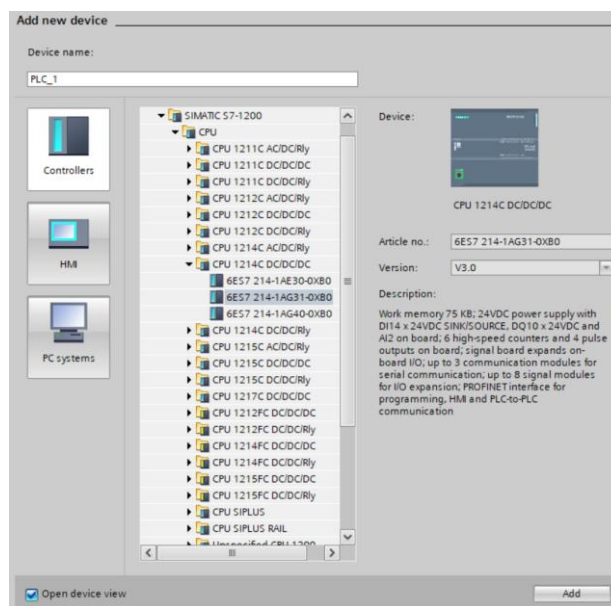


Рисунок 3.4 – Діалогове вікно "Додавання нового пристрою"

Після вибору типу CPU відображається перегляд пристрою у конфігурації обладнання (див. рис. 3.5), а його властивості відображаються у вікні інспектора (див. рис. 3.6)

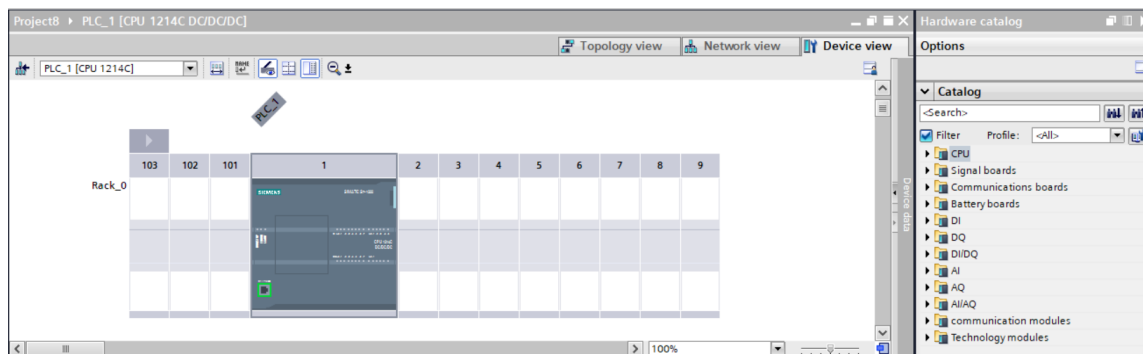


Рисунок 3.5 – Відображення обраного CPU у конфігурації обладнання

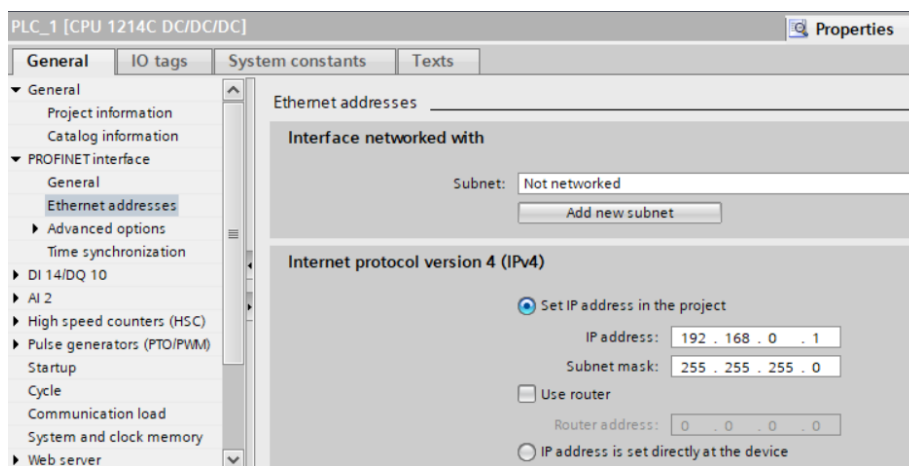


Рисунок 3.6 - Відображення властивості обраного CPU у вікні інспектора

У CPU немає заздалегідь налаштованої IP-адреси (див. рис. 3.6). При створенні конфігурації пристрою необхідно вручну призначити IP-адресу для CPU. Якщо CPU підключено до маршрутизатора в мережі, слід ввести і IP-адресу для маршрутизатора.

В практичні діяльності іноді виникає умова необхідності вивантаження конфігурації із підключеного CPU.

TIA Portal STEP 7 пропонує два методи для вивантаження конфігурації обладнання із підключеного CPU:

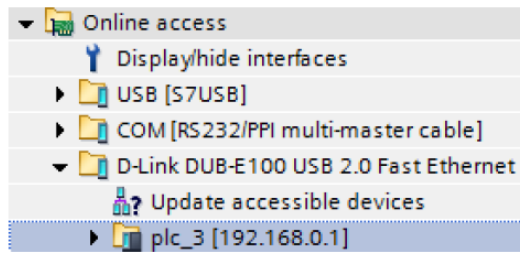
1) Вивантаження підключеного пристрою як нової станції;

Для вивантаження підключеного пристрою як нової станції, виконайте такі кроки:

1. Розкрити комунікаційний інтерфейс у дереві проекту через вузол "Інтерактивний доступ"

2. Подвійний клік по "Оновити доступні пристрої".

3. Вибрати PLC із ідентифікованих пристроїв (див. рис. 3.7).



*Рисунок 3.7 – Вікно вибору PLC із ідентифікованих пристроїв*

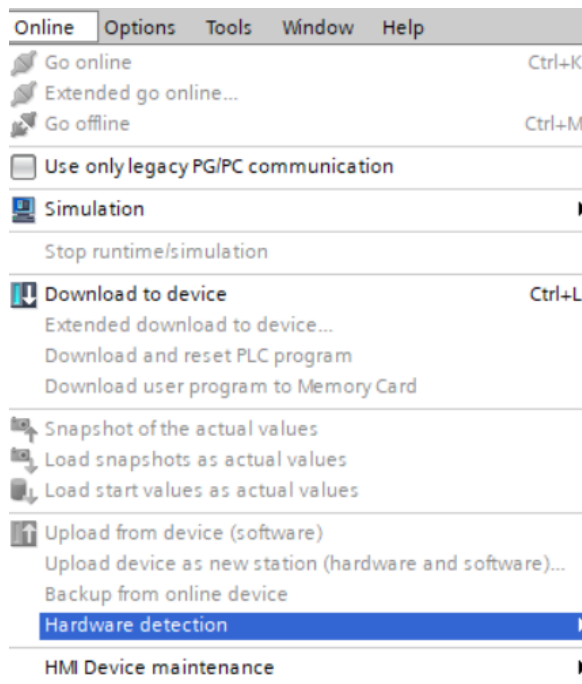
4. Вибрати в інтерактивному меню STEP 7 команду "Вивантажити пристрій як нову станцію (апаратна та програмна частина)".

У даному способі STEP 7 вивантажує конфігурацію обладнання та програмні блоки.

2) Конфігурація не специфікованого CPU за допомогою ідентифікації конфігурації обладнання підключеного CPU.

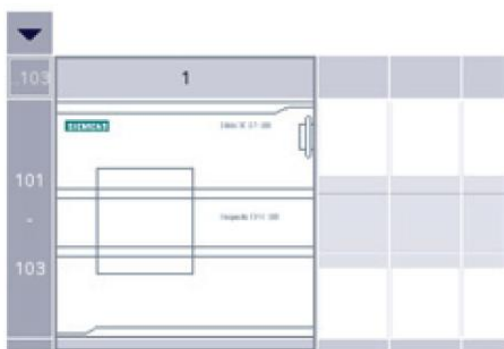
Якщо є підключення до CPU, можна завантажити конфігурацію цього CPU, включаючи будь-які модулі, з пристроями у проекті. Для цього потрібно створити новий проект і вибрати замість "unspecified CPU [невизначений CPU]". (Також можна повністю опустити створення конфігурації пристроїв, вибравши "Create a PLC program [Створити програму ПЛК]" через "First steps [Перші кроки]", після чого STEP 7 автоматично створює невизначений CPU.)

Вибрати в редакторі текстів програм у меню "Он-лайн" команду "Hardware detection [Розпізнання апаратури]" (див. рис. 3.8)



*Рисунок 3.8 - Меню "Он-лайн" команду "Hardware detection [Розпізнання апаратури]"*

У редакторі конфігурації пристроїв виберіть опцію, щоб розпізнати конфігурацію підключеного пристрою (див. рис. 3.9).

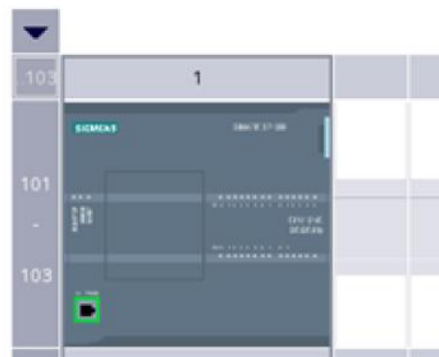
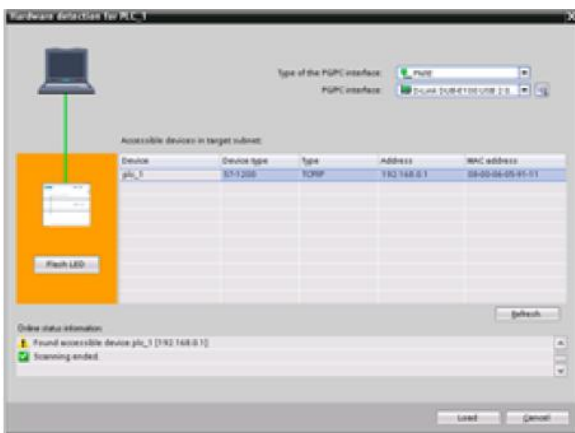


The device is not specified.  
 → Please use the [hardware catalog](#) to specify the CPU.  
 → or [detect](#) the configuration of the connected device.

Пристрій не визначено  
 - Для визначення CPU використовуйте, будь ласка, каталог апаратури  
 - або виконайте розпізнавання конфігурації підключеного пристрою

**Рисунок 3.9 -Вибір розпізнавання конфігурації пристрою у редакторі конфігурації пристроїв**

Після вибору CPU у діалоговому вікні та натискання кнопки завантаження STEP 7 вивантажує конфігурацію обладнання, включаючи додаткові модулі (SM, SB або CM) із CPU.



**Рисунок 3.10 – Вікна вивантаження конфігурації обладнання**

### 3.2 Конфігурування роботи CPU

Для конфігурації робочих параметрів CPU обрати CPU у відображенні набору пристроїв (синя рамка навколо всього CPU) та відкрити вкладку "Properties [Властивості]" у вікні перегляду параметрів (див. рис. 3.11).

Вкладки "Properties [Властивості]" можна встановити параметри зазначені у таблиці 3.1.

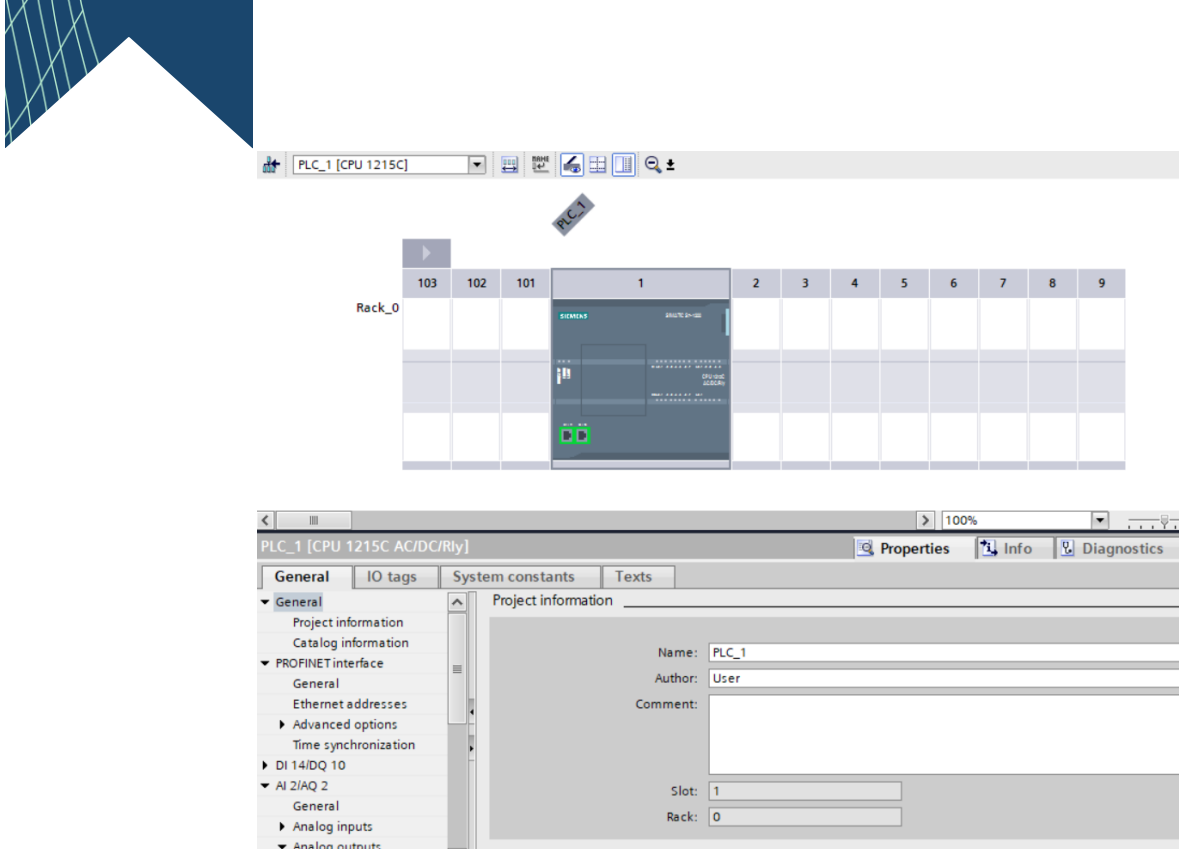


Рисунок 3.11 - Вкладка "Properties [Властивості]"

### 3.3 Встановлення часу фільтру для цифрових входів

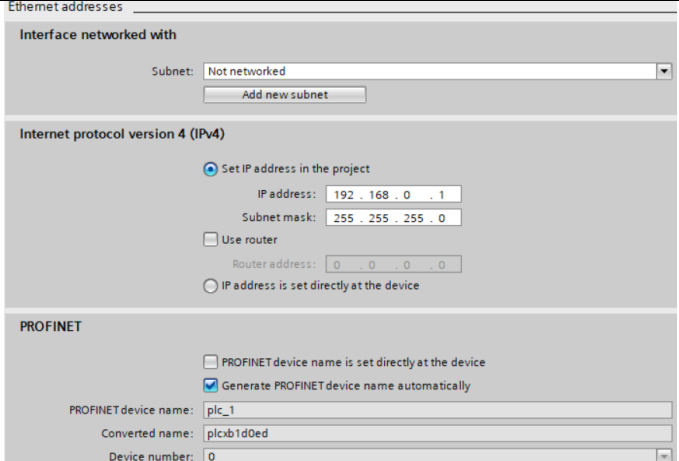
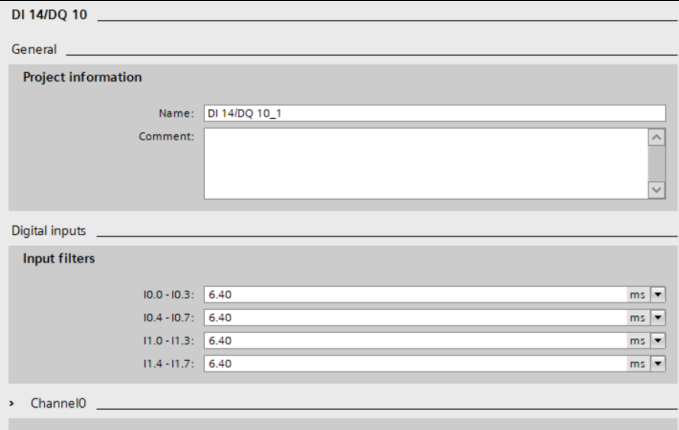
Встановлення часу фільтру для цифрових входів. "Input filters [Фільтри цифрових входів]" захищають програму від відгуку на небажані швидкі зміни вхідних сигналів, викликані, наприклад, брязкотом контактів або електричними перешкодами. Час фільтра за замовчуванням 6,4 мс блокує небажані дії схеми від типових механічних контактів. Різні функції в програмі можуть вимагати більш короткого часу фільтра для виявлення та відгуку на сигнали від швидких датчиків або більш тривалого часу фільтра, щоб блокувати повільний брязкіт контакту або більш тривалий імпульсний шум.

Час фільтру для входу в 6,4 мс означає, що одиночна зміна сигналу з '0' в '1' або з '1' в '0', повинна тривати приблизно 6,4 мс, щоб бути виявленим, і одиночний імпульс високого або низького рівня коротше, ніж приблизно 6,4 мс, не виявляється. Якщо вхідний сигнал перемикається між '0' і '1' швидше, ніж час фільтра, значення входу може змінитися в програмі користувача, якщо загальна тривалість імпульсів з новими значеннями перевищить час фільтра за старими значеннями.

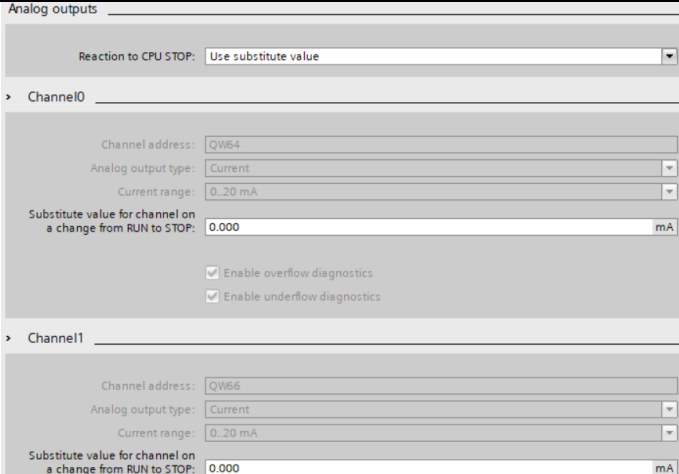
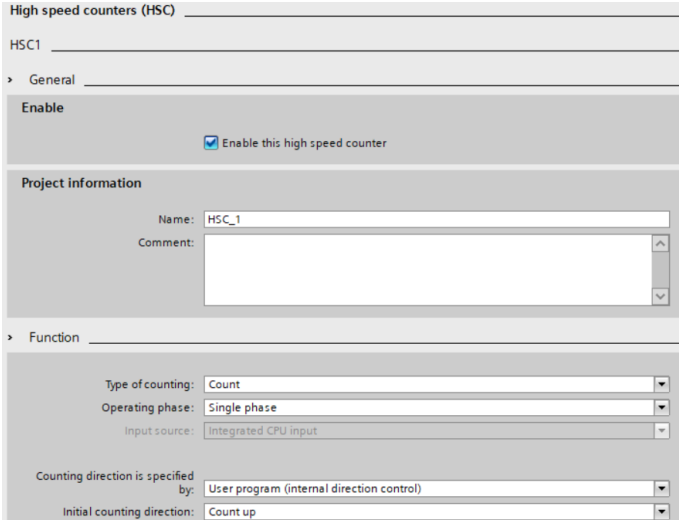
Фільтр для цифрових входів працює таким чином:

- при введенні "1" починається відлік часу на збільшення; він зупиняється під час досягнення часу фільтра. При досягненні часу фільтра точка у зразку процесу змінюється з "0" на "1".

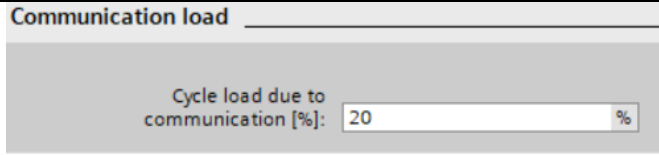
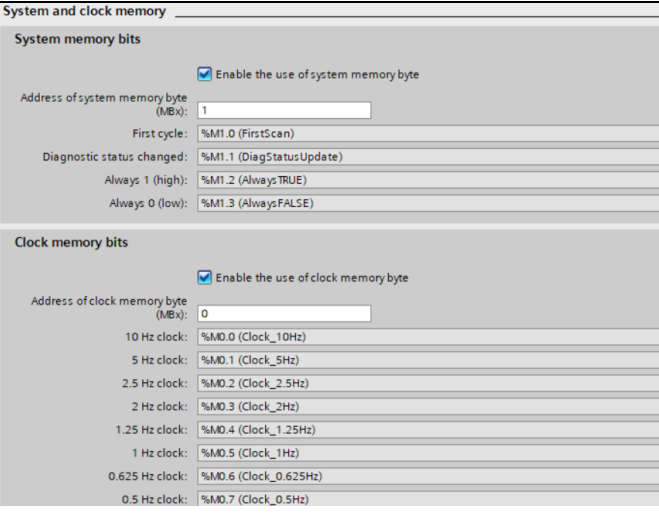
Таблиця 3.1 - Вкладки "Properties [Властивості]" CPU Simatic S7-1200

<b>General</b> <b>[Властивість]</b>	<b>Опис</b>	<b>Скріншот вікна</b>
<i>ProfiNet interface</i> [Інтерфейс PROFINET]:	Встановлення IP-адреси для CPU та синхронізації часу	
<i>DI, DO та AI:</i>	Налаштування поведінки локальних (вбудованих) цифрових та аналогових входів та виходів	

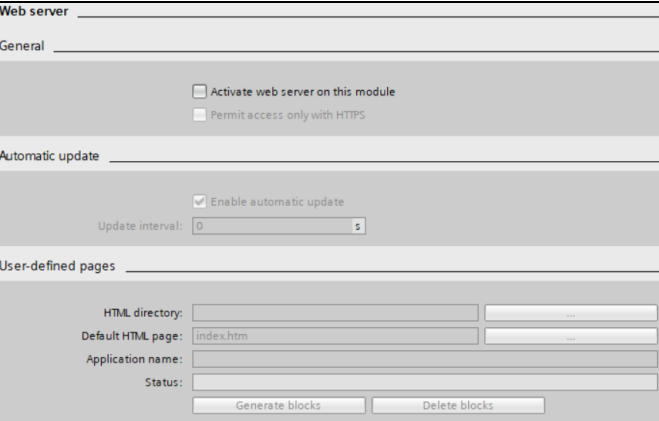
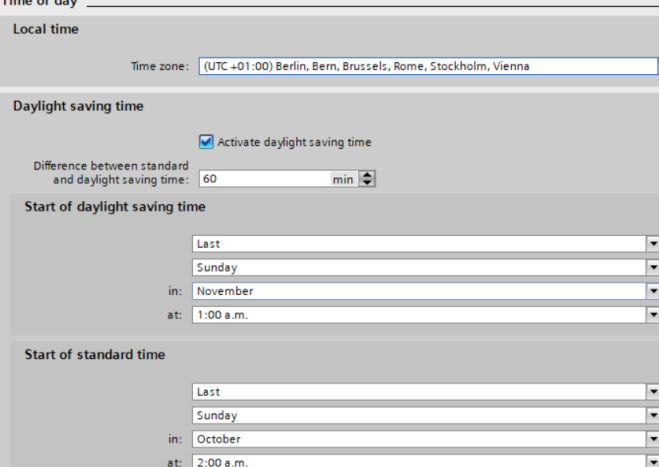


General [Властивість]	Опис	Скріншот вікна
		
<p><i>High speed counter (HSC)</i> [Швидкі лічильники] та <i>Pulse generators (PTO/PWM)</i> [генератори імпульсів]:</p>	<p>Активізація та налаштування швидких лічильників (HSC) та генераторів імпульсів, що використовуються для операцій з послідовностями імпульсів (pulse-train operations, PTO) та широтно-імпульсної модуляції (pulse-width modulation, PWM).</p> <p>Коли конфігуруються виходи CPU або сигнальної плати як генератори імпульсів (для використання з PWM або основними командами управління переміщеннями), відповідні адреси виходів (Q0.0, Q0.1, Q4.0 і Q4.1) видаляються з пам'яті виходів (Q) і не можуть бути використані для інших цілей у вашій програмі користувача. Якщо програма користувача занесе якесь значення у вихід, що використовується як генератор імпульсів, то CPU не занесе це значення у фізичний вихід</p>	

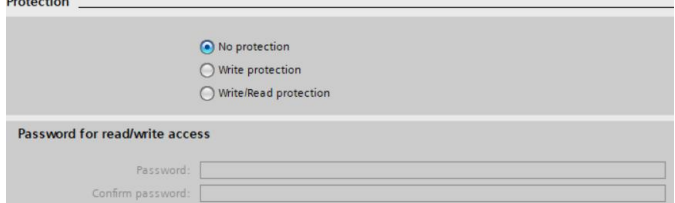
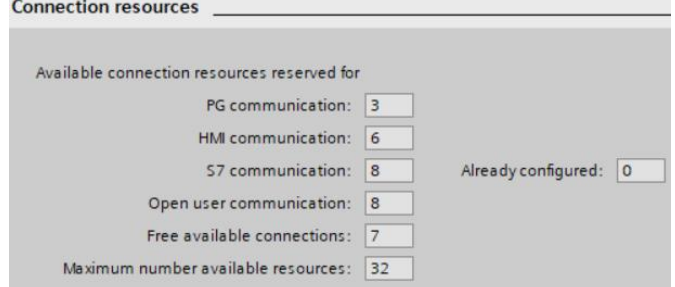
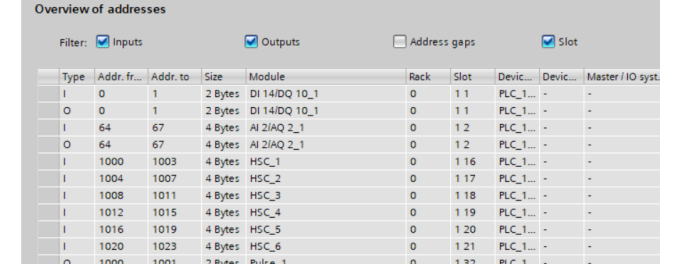
General [Властивість]	Опис	Скріншот вікна
<p><i>Startup</i> [Запуск]:</p>	<p>Налаштування поведінки CPU після вимкнення та наступного увімкнення, наприклад, для запуску в стані STOP або переходу в режим RUN після теплового пуску.</p> <p><i>Startup after POWER ON</i> - «Запуск після ВКЛЮЧЕННЯ ЖИВЛЕННЯ», також можливо вибрати <i>No restart</i> - «Без перезапуску» (залишатися в режимі «СТОП»), <i>Warm restart - RUN</i> - «Теплий перезапуск» — «ЗАПУСК» і <i>Warm restart</i> «Теплий перезапуск — режим роботи перед ВИМКНЕННЯМ»</p> <p>Під час запуску CPU порівнює фактично вставлені модулі з конфігурацією. Можливо встановити строгість перевірки в розділі <i>Comparison preset to actual configuration</i>: - «Порівняння попереднього налаштування до фактичної конфігурації»: <i>Start up CPU only if compatible</i> - «Запуск CPU, лише якщо сумісний», або <i>Startup CPU even if mismatch</i> – «Запуск CPU, навіть якщо невідповідність»</p>	<p>Порівняння попереднього налаштування з фактичною конфігурацією</p> <p>Запуск після ВКЛЮЧЕННЯ</p> <p>Час конфігурації для центрального та розподіленого вводу/виводу</p>
<p><i>Cycle</i> [Цикл]:</p>	<p>Визначає час моніторингу циклу в розділі <i>Maximum cycle time</i> - «Максимальний час циклу». Який сигналізує, якщо час контролю циклу перевищено - може призвести до робочого стану STOP. Також можна вказати <i>Minimum cycle time</i> - «Мінімальний час циклу», який вказує на мінімальну тривалість виконання програмного циклу</p>	<p><i>Cycle</i></p>

General [Властивість]	Опис	Скріншот вікна
<p><i>Communication load</i> – [Навантаження зв'язку]</p>	<p>Встановлюється розподіл часу для зв'язку в розділі <i>Cycle load due to communication</i> - «Цикл навантаження через спілкування». Окрім виконання програми користувача, центральний процесор також виконує комунікаційні завдання, наприклад, передачу даних на іншу станцію ПЛК або завантаження блоків із пристрою програмування. Ця комунікація вимагає часу, частину якого потрібно додати до часу виконання основної програми. Специфікація комунікаційного навантаження може бути використана для певного контролю впливу часу циклу. Час, доступний для зв'язку, вводиться у відсотках із цим параметром (навантаження зв'язку). Тоді час циклу подовжується на коефіцієнт <math>100 / (100 - \text{навантаження зв'язку})</math>.</p>	
<p><i>System and clock memory</i> – [Системна і тактова пам'ять]</p>	<p>Системна та тактова бітова пам'ять (тактові меркери): Встановлення байта для функцій "системної пам'яті" (для бітів "перший цикл", "завжди увімкнено" та "завжди вимкнено") та встановлення байта для функцій "тактової пам'яті" (де кожен біт) включається та вимикається із заздалегідь заданою частотою). Це операнди, керовані операційною системою, яку можна сканувати в програмі користувача. Наприклад, є бітова пам'ять, яка вказує на виникнення діагностичної події, або бітова пам'ять, яка змінює стан свого сигналу з частотою 2 Гц. Під час параметризації CPU</p>	



General [Властивість]	Опис	Скріншот вікна
<i>Web server</i> - [Веб-сервер]	активується системна пам'ять та/або пам'ять годинника та призначається їм адреса  активується веб-сервер і встановлюють його властивості	
<i>Time of day</i> [Час доби]:	Встановлення часу, часового поясу та перемикання між літнім та зимовим часом	



General [Властивість]	Опис	Скріншот вікна
<i>Protection</i> [Захист]:	Встановлення захисту від читання/запису та пароля для доступу до CPU	
<i>Connection resources</i> [Ресурси з'єднання]	Кількість і розподіл зарезервованих і доступних ресурсів для налаштованих з'єднань станції та модулів із можливістю зв'язку на станції. Призначення процентної частки CPU для комунікаційних завдань	
<i>Overview of addresses</i> [Огляді адрес]	Відображаються адреси модулів, призначені розділи образу процесу з усіма призначеними організаційними блоками та слоти. Дисплей охоплює модулі, які налаштовані як централізовано, так і децентралізовано через PROFINET	

- При введенні "0" починається відлік часу на зменшення та зупиняється при досягненні "0". При досягненні значення "0" точка у зразку процесу змінюється з "1" на "0".

- У разі коливання значення на вході відбувається частковий відлік часу на збільшення та зменшення. Образ процес змінюється, коли сума-нетто підрахованих значень досягає часу фільтра, або "0".

- Сигнал, що швидко змінюється, з більшою кількістю "0", ніж "1" можливо перейде в "0", а якщо буде більше "1", ніж "0", то регістр образу процесу можливо зміниться в "1".

Кожен вхід має одну конфігурацію фільтра, яка підходить для будь-яких цілей: технологічні входи, переривання, захоплення імпульсів та входи високошвидкісних лічильників. Для встановлення часу для вхідного фільтра виберіть "Цифрові входи".

На рисунку 3.12 наведено встановлення часу фільтру для цифрових входів у вкладці "Input filters [Фільтри цифрових входів]"

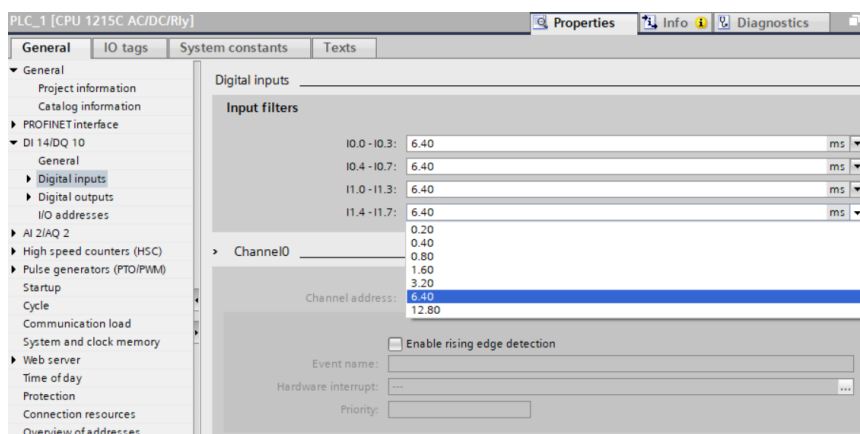


Рисунок 3.12 - Встановлення часу фільтру для цифрових входів у вкладці "Input filters [Фільтри цифрових входів]"

Час стандартного фільтра для цифрових входів становить 6,4 мс. Можна вибрати час фільтра зі списку "Фільтр для входу" Допустимий діапазон часів фільтра становить від 0,1 мкс до 20,0 мс.

Якщо час фільтра для каналу цифрового входу змінено в порівнянні з попереднім налаштуванням, то для нового вхідного значення може знадобитися утримання рівня "0" протягом 20,0 мс, щоб фільтр міг повноцінно реагувати на нові входи. що короткі з рівнем "0" тривалістю менше 20,0 мс не будуть виявлені або підраховані.

Зміна часу фільтра може спричинити непередбачувану поведінку обладнання і, як наслідок, призвести до тяжких тілесних ушкоджень та/або матеріальних збитків.

Щоб гарантувати, що новий час фільтра відразу набирає чинності, необхідно вимкнути та знову включити CPU.

При конфігурації часу фільтра для цифрових входів, що

використовуються як високошвидкісні лічильники (HSC), необхідно встановити час фільтра для входу на відповідне значення для виключення помилок рахунку.

У таблиці 3.2 наведені рекомендовані уставки.

Таблиці 3.2 - рекомендовані уставки часу фільтра для входу налаштованих як HSC

Тип високошвидкісного лічильника	Рекомендований час фільтра для входу
1МГц	0,1 мікросекунда
100кГц	0,8 мікросекунд
30кГц	3,2 мікросекунди

### 3.4 Захоплення імпульсів

S7-1200 CPU пропонує захоплення імпульсів для цифрових входів. Функція захоплення імпульсів дозволяє захоплювати імпульси високого чи низького рівнів, які мають таку коротку тривалість, що можуть бути пропущені CPU, якщо цифрові входи зчитуються на початку циклу. Коли для входу активовано захоплення імпульсів, зміна стану входу фіксується та утримується до наступного циклу оновлення входу. Це гарантує, що імпульс, який активний лише протягом короткого періоду часу, буде захоплений та утриманий, доки CPU читає входи. Рисунок 3.13 показує поведінку CPU S7-1200 і без активованого захоплення імпульсів:

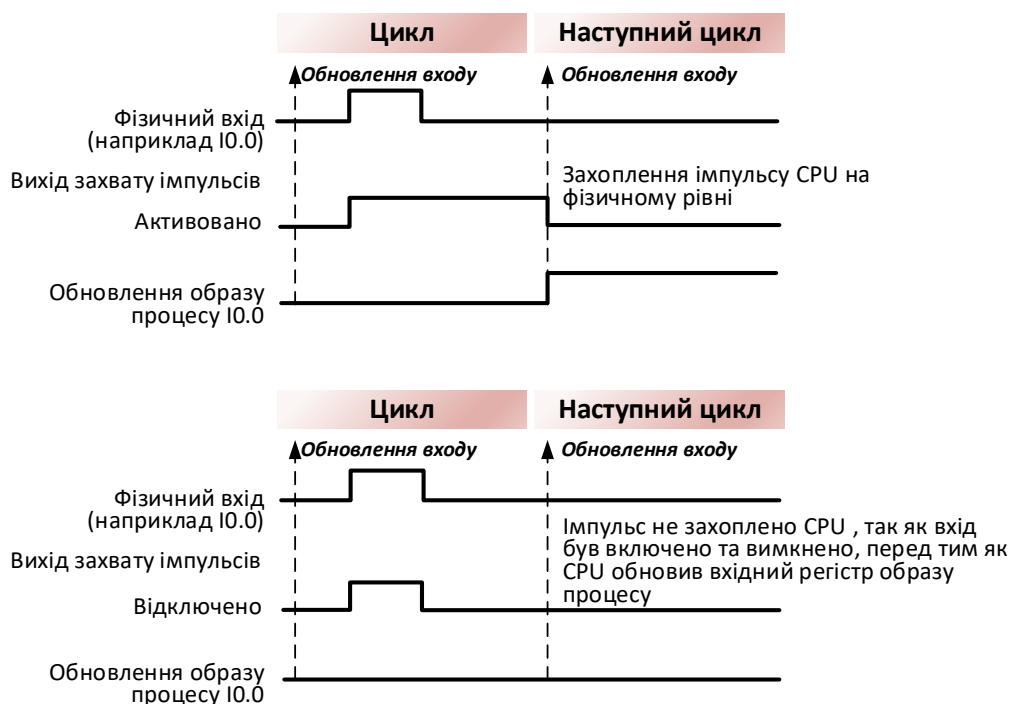


Рисунок 3.13 – Часова діаграма налаштування цифрових входів

Оскільки функція захоплення імпульсів впливає на вхід після фільтра входу, необхідно підібрати час фільтра для входу так, щоб імпульс не був відсіяний фільтром.

Рисунок 3.14 показує блок-схему ланцюга цифрового входу

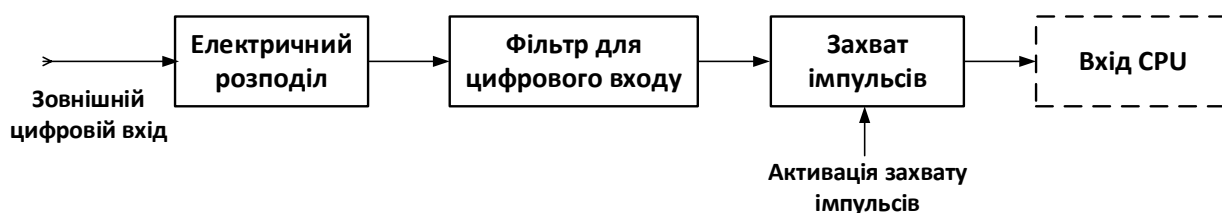


Рисунок 3.14 - Блок-схема ланцюга цифрового входу

Рисунок 3.15 показує реакцію активованої функції захоплення імпульсів при різних умовах на вході. Якщо в певному циклі є більш ніж один імпульс, тільки перший імпульс буде зчитано. Якщо в одному циклі є кілька імпульсів, то слід використовувати події переривання для переднього/заднього фронту:

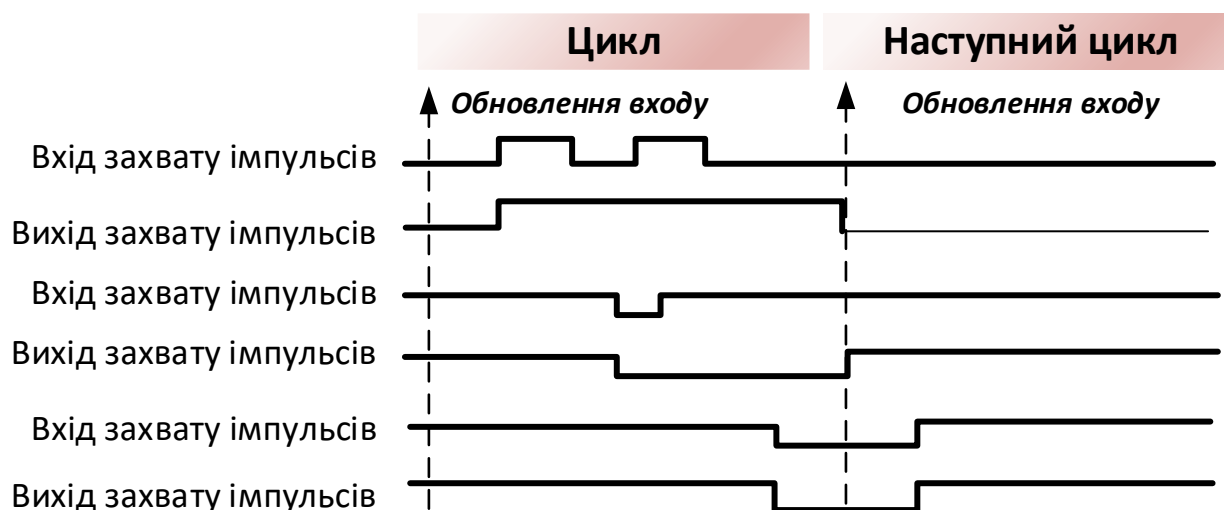


Рисунок 3.15 - Реакція активованої функції захоплення імпульсів при різних умовах на вході

### 3.5 Додавання модулів до конфігурації

Для додавання модулів до CPU використовується каталог апаратури. Є типи модулів:

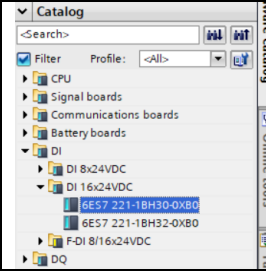
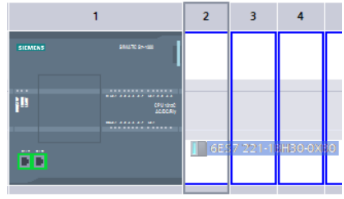
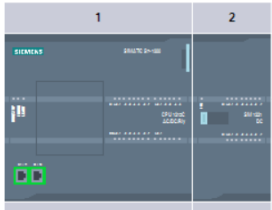
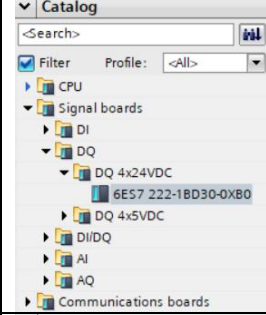
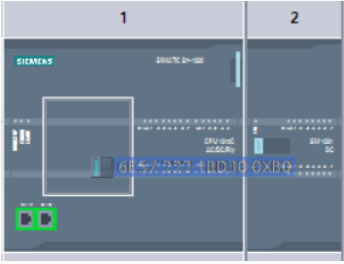
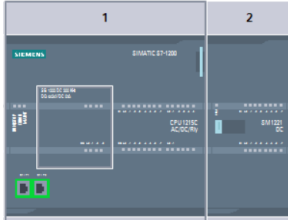
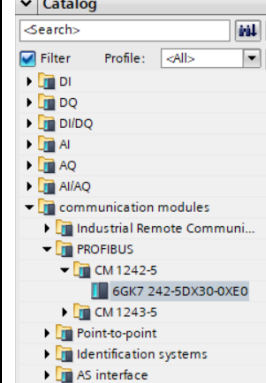


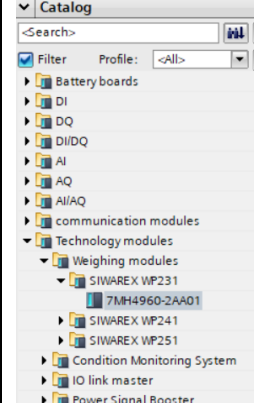

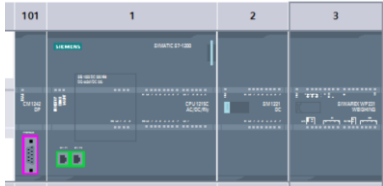
- Сигнальні модулі (SM) надають додаткові цифрові або аналогові входи та виходи. Ці модулі підключаються праворуч від CPU.
- Сигнальні плати (SB) надають лише обмежену кількість входів та виходів для CPU. SB встановлюється із передньої сторони CPU.

- Комунікаційні модулі (CM) надають додатковий комунікаційний порт (RS232 чи RS485) для CPU. Ці модулі підключаються зліва від CPU;

- технологічні моделі (TM) надають додаткові можливості по виконанню простих задач автоматизації.

Для вставки модуля в конфігурацію апаратури вибирається модуль у каталозі апаратури. Вставка моделі здійснюється подвійним кліком лівої кнопки миші на ньому або перетягуванням модуля в зазначений слот. У таблиці 3.3 наведено додавання модулів до CPU

**Таблиця 3.3 - Додавання модулів до CPU**

Модуль	Вибір модуля	Додавання модуля	Результат
SM			
SB			
CM			
TM			

### Налаштування параметрів модулів

Для конфігурування робочих параметрів модулів вибрати модуль у перегляді пристроїв та відкрити вкладку "*Properties* [Властивості]" у вікні інспектора, щоб встановити параметри для модулів.

*Конфігурація сигнального модуля (SM) або сигнальної плати (SB)* (див. рис. 3.16)

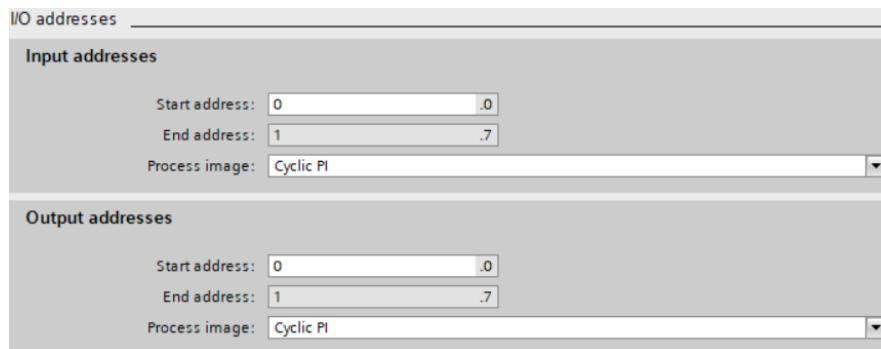


Рисунок 3.16 – Налаштування початкової адреси сигнальної плати (SB) DI/DO

Конфігурація пристрою для сигнальних модулів та сигнальних плат пропонує такі можливості:

- Цифрові DI/DO: Можна налаштувати входи для виявлення переднього або заднього фронту (з призначенням події та апаратного переривання в кожному випадку) або для "захоплення імпульсу" (вхід залишається увімкненим після імпульсу) аж до наступного оновлення образу процесу входів. Виходи можуть бути деактивовані або можуть приймати значення підстановки.

- Аналогові AI/AO: Для окремих входів конфігуруються параметри, напр., тип вимірювання (напруга або струм), діапазон та згладжування, а також дозвіл для діагностики при виході сигналу за верхню або нижню встановлену межу. Аналогові виходи надають такі параметри, як тип виходу (напрузі або струму) і діагностика, наприклад, коротке замикання (для виходів по напрузі) або діагностика порушення верхніх або нижніх граничних значень. Діапазони аналогових входів та аналогових виходів у фізичних одиницях не конфігуруються у діалоговому вікні "Властивості".

- Адреси I/O: Конфігурується початкова адреса для входів та виходів модуля. Також можна призначити входи та виходи часткової області відображення процесу (PIP0, PIP1, PIP2, PIP3, PIP4) або вибрати автоматичне оновлення або не використовувати часткову область відображення процесу.

*Конфігурація комунікаційного модуля ((SM, CP або SB))*

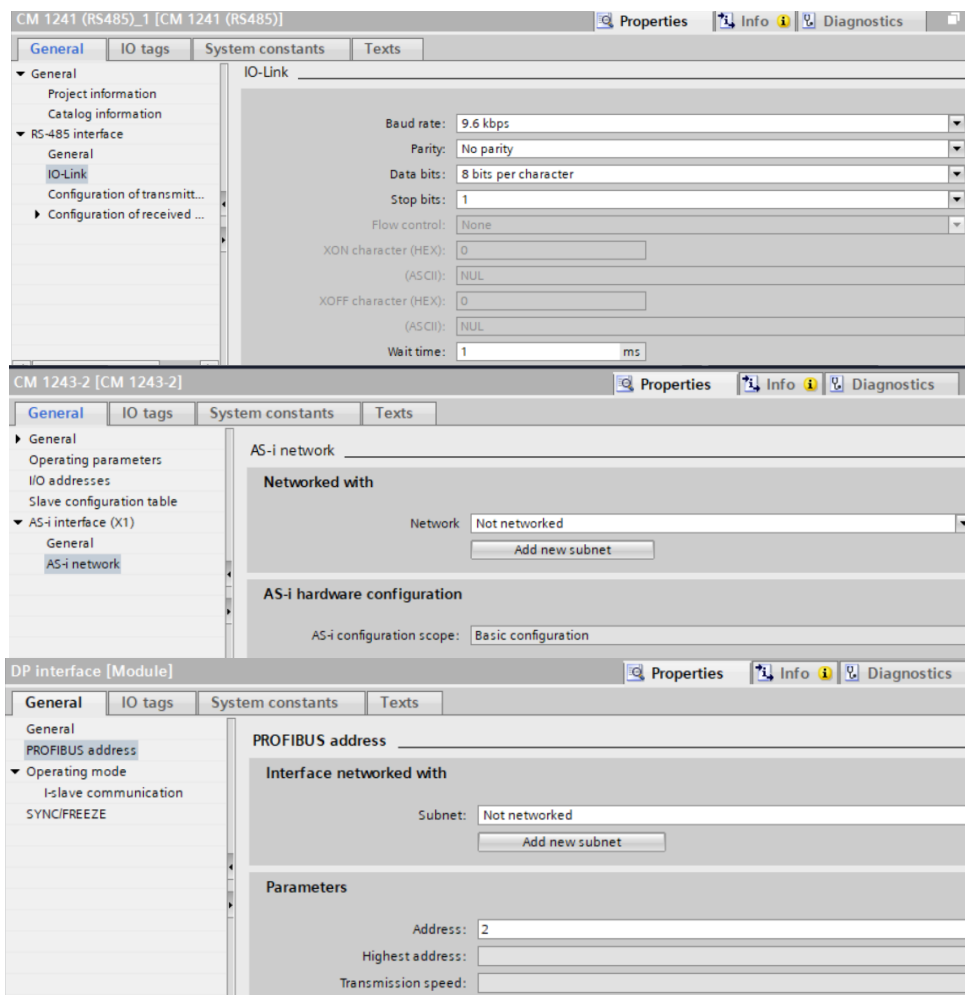
- Конфігурування порту: Конфігурування комунікаційних параметрів, наприклад, швидкість передачі, контроль парності, біти

даних, стопові біти, керування потоком, Символи XON та XOFF та час очікування

- Конфігурування повідомлення: Розблокування та конфігурування опцій, пов'язаних з передачею

- Конфігурування прийнятого повідомлення: Розблокування та конфігурування параметрів для початку та закінчення повідомлення

Ці параметри конфігурації можуть бути змінені. Параметри мережі конфігуруються за типом комунікаційного інтерфейсу (див. рис. 3.17).



*Рисунок 3.17 – Конфігурування параметрів мережі в залежності від комунікаційного інтерфейсу*

### *Завдання виконання практичної роботи*

Варіанти індивідуальних завдань для практичної роботи наведено у таблиці 3.3 та 3.4.

Номер варіанта відповідає порядковому номеру студента у журналі групи.

Завдання містить вимоги до центральної станції.

Під час виконання роботи необхідно задовольнити такі вимоги:

1. Процесорні модулі повинні відповідати вимогам до комунікацій.

2. При виборі сигнальних модулів обґрунтувати типи модулів з урахуванням напруги, навантажувальних здібностей та типів з'єднання із зовнішніми пристроями (групування каналів, кількість точок з'єднання, опір навантаження).

3. При виборі комунікаційних процесорів необхідно звернути увагу на тип мережі, підтримувані ним комунікаційні функції, а також пристрої, з якими цей процесор може взаємодіяти.

У звіті необхідно подати:

1. Завдання (варіант).
2. Обґрунтування вибору стоек та модулів.
3. Скріншот вікна конфігурації станції Device Overview або його друкований варіант.
4. Файл конфігурації станції.

**Таблиця 3.3 - Варіанти індивідуальних завдань– вхідні сигнали**

Варіант	Центральна стойка							
	Дискретні вхідні		Аналогові вхідні 13bit					Communication
	24 VDC	120/230 VAC	Voltage/ шт	Current/шт	Resistor (4 wire)/ шт	RTD thermal resistor (lin.)/шт.	Thermo -couple	
1	18	6	+/-10V/2	+/- 20mA/2	600 Ом/2	Pt100 climatic/2	TC-I Type K	PROFINET, Profibus Slave
2	12	8	+/-1V/3	4...20mA/3	300 Ом/2	Pt100 standart/2	TC-I Type L	PROFINET, PtP
3	20	6	1...5V/4	0...20mA/2	150 Ом/2	Ni100 standart/3	TC-I Type J	PROFINET, Profibus Master
4	11	5	+/-5V/3	+/- 20mA/3	600 Ом/3	Ni1000 standart/2	TC-I Type E	PROFINET, PtP
5	15	5	+/-10V/2	4...20mA/3	300 Ом/3	LG-Ni1000 standart/2	TC-I Type N	PROFINET, Profibus Slave
6	8	10	+/-1V/3	0...20mA/2	150 Ом/2	KTY84/130 silicon temperature	TC-E Type K	PROFINET, Profibus Master
7	6	10	1...5V/4	+/- 20mA/2	600 Ом/2	Pt100 climatic/2	TC-E Type L	PROFINET, Profibus Master
8	11	8	+/-5V/3	4...20mA/3	300 Ом/2	Ni1000 standart/2	TC-E Type J	PROFINET, Profibus Slave
9	16	10	+/-10V/2	0...20mA/2	150 Ом/2	LG-Ni1000 standart/2	TC-E Type E	PROFINET, PtP
10	14	12	+/-1V/3	+/- 20mA/3	600 Ом/3	KTY84/130 silicon temperature	TC-E Type N	PROFINET, Profibus Slave
11	25	5	1...5V/4	4...20mA/3	300 Ом/3	Ni1000 standart/2	TC-IL Type K	PROFINET, Profibus Slave
12	10	20	+/-5V/3	0...20mA/2	150 Ом/2	KTY84/130 silicon temperature sensor	TC-IL Type L	PROFINET, Profibus Master
13	15	4	+/-10V/2	+/- 20mA/2	600 Ом/2	Pt100 climatic/2	TC-IL Type J	PROFINET, Profibus Master

Продовження таблиці 3.3

Варіант	Центральна стойка							
	Дискретні вхідні		Аналогові вхідні 13bit					Communication PROFINET, Profibus
	24 VDC	120/23 0VAC	Voltage/ шт	Current/шт	Resistor (4 wire)/ шт	RTD thermal resistor (lin.)/шт.	Thermo -couple	
14	17	25	+/-1V/3	4...20mA/3	300 Ом/2	Pt100 standart/2	TC-IL Type E	PROFINET, Profibus Slave
15	16	6	1...5V/4	0...20mA/2	150 Ом/2	Ni100 standart/3	TC-IL Type N	PROFINET, Profibus Master
16	13	11	*/-5V/3	+/- 20mA/3	600 Ом/3	Ni1000 standart/2	TC-EL Type K	PROFINET, Profibus Slave
17	9	15	+/-10V/2	4...20mA/3	300 Ом/3	LG-Ni1000 standart/2	TC-EL Type L	PROFINET, Master
18	8	14	+/-1V/4	0...20mA/2	150 Ом/2	KTY84/130 silicon temperature	TC-EL Type J	PROFINET, Profibus Master
19	21	4	1...5V/4	+/- 20mA/2	600 Ом/2	Pt100 climatic/2	TC-EL Type E	PROFINET, Profibus Slave
20	11	11	+/-5V/3	4...20mA/3	300 Ом/2	Pt100 standart/2	TC-EL Type N	PROFINET, MPI
21	12	6	+/-10V/2	0...20mA/2	150 Ом/2	Ni100 standart/3	TC-E Type K	PROFINET, PtP
22	5	15	+/-1V/4	+/- 20mA/3	600 Ом/3	Ni1000 standart/2	TC-E Type L	PROFINET, PtP
23	7	32	1...5V/4	4...20mA/3	300 Ом/3	LG-Ni1000 standart/2	TC-E Type J	PROFINET, Profibus Slave
24	32	12	+/-5V/3	0...20mA/2	150 Ом/2	KTY84/130 silicon temperature	TC-E Type E	PROFINET, Profibus Slave
25	19	7	+/-10V/2	+/- 20mA/2	600 Ом/2	Pt100 climatic/2	TC-E Type N	PROFINET, PtP
26	10	8	+/-1V/4	4...20mA/3	300 Ом/2	Pt100 standart/2	TC-I Type K	PROFINET, Profibus Slave
27	12	9	1...5V/4	0...20mA/2	150 Ом/2	Ni100 standart/3	TC-I Type L	PROFINET, PtP
28	13	10	*/-5V/3	+/- 20mA/3	600 Ом/3	Ni1000 standart/2	TC-I Type J	PROFINET, Profibus Slave
29	14	11	*/-5V/3	4...20mA/3	300 Ом/3	LG-Ni1000 standart/2	TC-I Type E	PROFINET, Profibus Master
30	16	6	1...5V/4	0...20mA/2	150 Ом/2	Ni100 standart/3	TC-IL Type N	PROFINET, Profibus Master

Таблиця 3.4 - Варіанти індивідуальних завдань - вихідні сигнали

Варіант	Центральна стойка									
	Дискретні вихідні							Аналогові вихідні 14bit		
	24VD C/ 0,5A	24VD C/2A	120/23 0VAC/1 A	120/23 0VAC/1 A	120/23 0VAC/2 A	120/23 0VAC/ 4A	120/230 VAC Relay	Current /шт	Voltage /шт	
1	8	6	-	-	-	-	-	0...20mA /2	+/-10V /2	
2	12	-	8	-	-	-	-	0...20mA /3	+/-10V /2	
3		20		6				0...20mA/2	+/-10V /2	

Продовження таблиці 3.4

Варіант	Центральна стойка								
	Дискретні вихідні						Аналогові вихідні 14bit		
	24VD C/ 0,5A	24VD C/2A	120/23 0VAC/1 A	120/23 0VAC/1 A	120/23 0VAC/2 A	120/23 0VAC/ 4A	120/230 VAC Relay	Current /шт	Voltage /шт
4	11				5			0...20mA /3	+/-10V /3
5		15				5		0...20mA/3	+/-10V /3
6	8						10	0...20mA/2	+/-10V /3
7	6		10					0...20mA /2	+/-10V /2
8		8		11				0...20mA/3	+/-10V V/2
9	16						10	0...20mA/2	+/-10V/2
10		12				14		0...20mA /3	+/-10V /3
11		5	25					0...20mA/3	+/-10V V/3
12	10			20				0...20mA/2	+/-10V/3
13	15						4	0...20mA /2	+/-10V /2
14	17		25					0...20mA/3	+/-10V /2
15		6		16				0...20mA/2	+/-10V/2
16		11			13			0...20mA /3	+/-10V /3
17		15				9		0...20mA /3	+/-10V /3
18	8		14					0...20mA/2	+/-10V/3
19	21						4	0...20mA /2	+/-10V /2
20		11	11					0...20mA/3	+/-10V /2
21	12						6	0...20mA/2	+/-10V/2
22	5			15				0...20mA /3	+/-10V /3
23	32					7		0...20mA /3	+/-10V /3
24		12	32					0...20mA/2	+/-10V/3
25		7			19			0...20mA /2	+/-10V /2
26	10			8				0...20mA /3	+/-10V /2
27	12				9			0...20mA/2	+/-10V/2
28		10	13					0...20mA /3	+/-10V /3
29	14				11			0...20mA /3	+/-10V /3
30	7	7						0...20mA /2	+/-10V/3

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

### ВИВЧЕННЯ ПЗ TIA PORTAL. КОНФІГУРУВАННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ НА БАЗІ SIMATIC S7-1500. СИСТЕМИ ВВОДУ-ВИВОДУ ІНФОРМАЦІЇ ТА АПАРАТУРА УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ SIMATIC

*Мета роботи:* придбати практичні навички при рішенні конфігурування центральної станції на базі Simatic S7-1500

#### 4.1 Компоненти станції S7-1500

Програмований контролер, що включає всі модулі вводу/виводу, називається «станцією».

Станція S7-1500 може містити такі компоненти (див. рис. 4.1):

- Стійка;
- Модуль живлення (PS);
- Центральний процесор (CPU);
- Сигнальні модулі вводу/виводу (сигнальні модулі, SM);
- Технологічні модулі (TM);
- Комунікаційні модулі (CM).

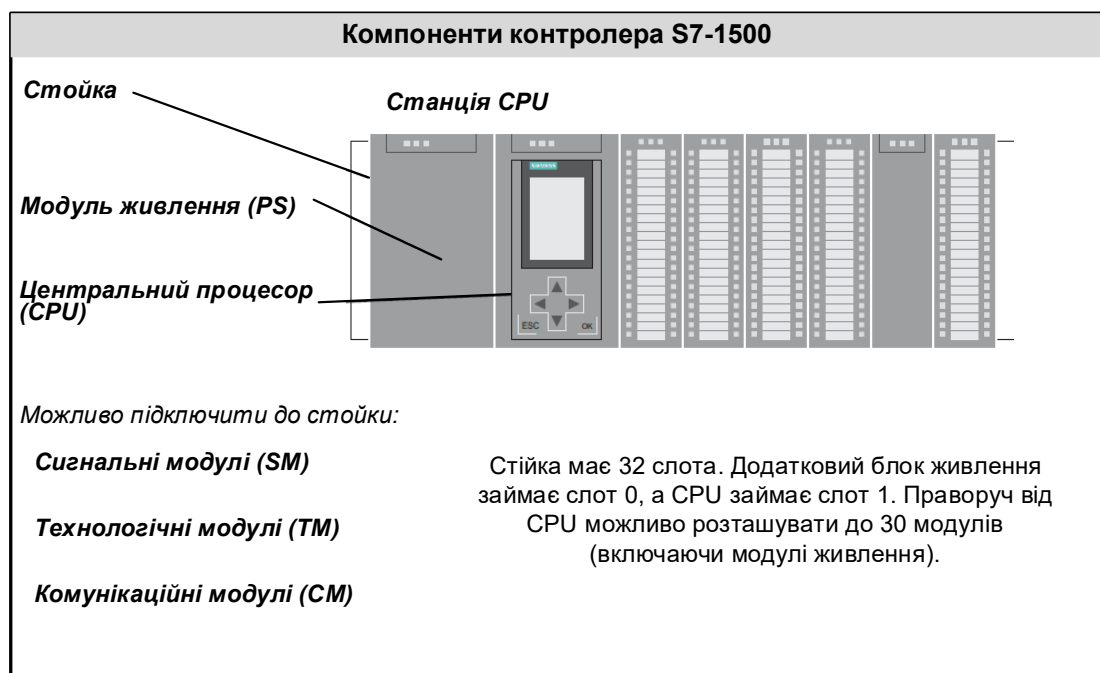



Рисунок 4.1 - Станція S7-1500 з CPU 1516-3 PN/DP

Станція також може охоплювати розподілений ввід-вивід, який підключений до центрального процесора або а комунікаційний модуль через систему шини PROFINET IO або PROFIBUS DP.

*Центральний процесор* містить операційну систему та програму



користувача. Програма користувача зберігається захищеною від збоїв живлення на карті пам'яті SIMATIC, яка вставлена в CPU. Програма користувача виконується в робочій пам'яті центрального процесора. Інтерфейси шини, наявні на CPU, встановлюють зв'язок з іншими програмованими контролерами.

*Сигнальні модулі (SM)* відповідають за підключення інформаційних сигналів з датчиків та формування сигналів управління на виконавчі механізми. Ці модулі вводу і виводу доступні для цифрових і аналогових сигналів з різними напругами і струмами.

*Технологічні модулі (TM)* — це «інтелектуальні» модулі вводу/виводу попередньої обробки сигналів, які формують керуючі сигнали і обробляють інформаційні сигнали, що надходять від процесу незалежно від центрального процесора, і повертають їх безпосередньо в процес, або роблять доступними через внутрішній інтерфейс центрального процесора. Технологічні модулі відповідають за виконання функцій, які центральний процесор зазвичай не може виконати достатньо швидко, наприклад підрахунок імпульсів, вимірювання ваги та інші.

*Комунікаційні модулі (CM)* формують додаткові мережеві з'єднання обміну даними даних, тим самим розширюють комунікаційні можливості стандартних інтерфейсів центрального процесора щодо протоколів і функцій зв'язку.

*Модулі живлення (PS)* забезпечують внутрішню напругу, необхідну для станції CPU. За потреби в програмованому контролері можна використовувати до трьох системних модулів живлення. Напруга навантаження або струм навантаження подаються через зовнішні джерела струму навантаження (модулі живлення, PM), які також можуть забезпечувати первинну напругу 24 В для модулів живлення системи.

Системні блоки живлення (PS), призначені для живлення електроніки модулів контролера через його внутрішню шину, якщо потужності вбудованого в CPU блоку живлення для цієї мети недостатньо. Блоки живлення навантаження (PM), призначені для підключення до мережі живлення ~120/230 В та формування вихідної напруги =24 В

З документацією для системи автоматизації S7-1500 і розподільної системи вводу-виводу ET 200MP можливо ознайомитися за посиланням (<http://surl.li/pklziz>) або (<http://surl.li/kmehwk>), (<http://surl.li/zzuxov>).

### *Варіанти конфігурування станції*

Станція S7-1500 складається з однієї стойки з максимум 32 слотами. Її можна розділити аж на три «сегменти живлення». Сегмент живлення складається з джерела струму (PS або CPU) і модулів, які є споживачами струму (SM, TM, CM). Кількість модулів, які охоплює

сегмент живлення, залежить від наданої та споживаної електроенергії. Для живлення датчиків і виконавчих механізмів необхідно додаткове джерело струму навантаження (див. рис. 4.2).

Якщо для першого сегмента живлення використовується модуль живлення, він підключається до першого лівого слота (слот 0). Центральний процесор завжди підключається до слота 1 поруч. Праворуч від центрального процесора є місце для ще 30 модулів, включаючи додаткові модулі живлення системи. Кожен модуль займає один слот незалежно від його ширини. Модулі повинні бути вставлені без зазорів.

### Центральна конфігурація станції S7-1500

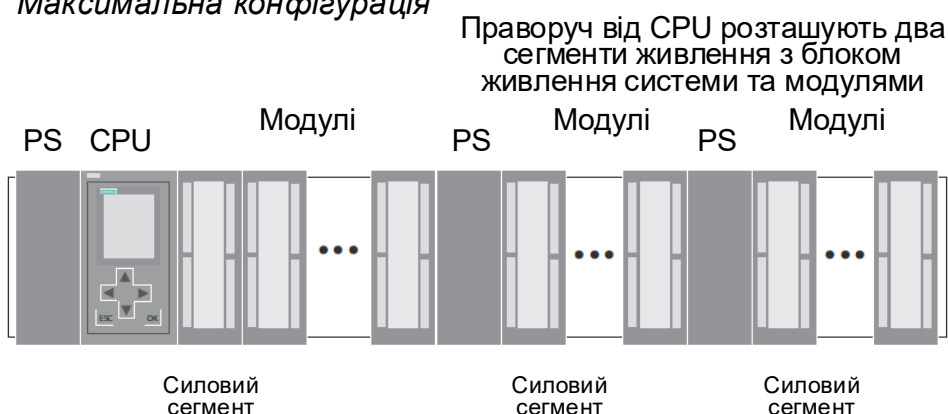
*Конфігурація без джерела живлення системи, один сегмент живлення*



*Конфігурація з блоком живлення системи, один сегмент живлення*




*Максимальна конфігурація*



Максимум 30 модулів

Стійка вміщує 32 модуля ( 30 додаткових модулів, включно з блоками живлення системи). Модулі розташовуються праворуч від CPU.

**Рисунок 4.2 - Варіанти конструкції станції S7-1500**  
Живлення електроніки модуля та обмін даними між модулями



здійснюється через шину задньої плати. Шина задньої панелі складається з «U-роз'ємів» між модулями. Для кожного модуля потрібен один роз'єм U-типу.

## **4.2 Центральні процесори S7-1500 CPUs**

CPU для S7-1500 доступні в декількох версіях (<http://surl.li/pklziz> та <http://surl.li/jrpwbf> ) для різних програм. Спільним для всіх центральних процесорів є сфера контролю функції (операнди, типи тегів, типи даних, двійкові логічні операції, арифметика з фіксованою та плаваючою комою тощо). У межах версій процесори відрізняються розміром пам'яті, діапазоном операндів і швидкістю обробки.

Програмований контролер S7-1500 дозволяє використовувати у своєму складі декілька типів центральних процесорів різної продуктивності.

Стандартні CPU - центральні процесори без вбудованих каналів вводу-виводу, орієнтовані рішення стандартних завдань автоматичного управління. Дозволяють використовувати в системі локального вводу-виводу весь спектр сигнальних, технологічних та комунікаційних модулів S7-1500:

- CPU 1511-1 PN - для побудови систем керування, що вимагають виконання програм середнього обсягу, середньої швидкості обробки даних та обслуговування систем розподіленого вводу-виводу на основі мережі PROFINET IO.


- CPU 1511C-1PN, центральний процесор тип компакт, якій додаткова має в порівнянні з CPU 1511-1 PN, 16 цифрових входів, 16 цифрових виходів, 5 аналогових входів, 2 аналогових виходу, 6 високошвидкісних лічильників, 4 високо РТО/PWM/частотного виходу 1. Інтерфейс.

- CPU 1512C-1 PN, центральний процесор тип компакт, якій додаткова має в порівнянні з CPU 1511-1 PN, 32 цифрових входів, 32 цифрових виходів, 5 аналогових входів, 2 аналогових виходів, 6 високошвидкісних лічильників, 4 високошвидкісних виходів для РТО/Частотного виходу.

- CPU 1513-1 PN - для побудови систем керування, що вимагають виконання програм середнього об'єму, середньої/високої швидкості обробки даних та обслуговування систем розподіленого виводу на основі мережі PROFINET IO.

- CPU 1515-2 PN - для побудови систем керування, що вимагають виконання програм середнього об'єму, середньої/високої швидкості обробки даних та обслуговування систем розподіленого виводу на основі мережі PROFINET IO. Оснащений додатковим інтерфейсом PROFINET зі своєю IP-адресою.

- CPU 1516-3 PN/DP - для побудови систем управління, що вимагають виконання програм великого обсягу, високої швидкості



обробки даних та обслуговування систем розподіленого вводу-виводу на основі мереж PROFINET IO та PROFIBUS DP. Оснащений додатковим інтерфейсом PROFINET зі своєю IP-адресою, а також інтерфейсом PROFIBUS.

- CPU 1517-3 PN/DP - для побудови систем управління, що вимагають виконання програм великого обсягу, високої швидкості обробки даних та обслуговування систем розподіленого вводу-виводу на основі мереж PROFINET IO та PROFIBUS DP. Оснащений одним додатковим інтерфейсом PROFINET зі своїми IP-адресами, а також інтерфейсом PROFIBUS.

- CPU 1518-4 PN/DP - для побудови систем управління, що вимагають виконання програм великого обсягу, високої швидкості обробки даних та обслуговування систем розподіленого вводу-виводу на основі мереж PROFINET IO та PROFIBUS DP. Оснащений двома додатковими інтерфейсами PROFINET зі своїми IP-адресами, а також інтерфейсом PROFIBUS.

F-CPU - центральні процесори без вбудованих каналів вводу-виводу, орієнтовані рішення завдань протиаварійного захисту та забезпечення безпеки з одночасної підтримкою стандартних функцій управління. Дозволяють використовувати в системі локального вводу-виводу весь спектр сигнальних, технологічних та комунікаційних модулів S7-1500:

- CPU 1511F-1 PN - для побудови систем керування, що вимагають виконання програм середнього обсягу, середньої швидкості обробки даних та обслуговування систем розподіленого вводу-виводу на основі мережі PROFINET IO.

- CPU 1513F-1 PN

для побудови систем керування, що вимагають виконання програм середнього об'єму, середньої/високої швидкості обробки даних та обслуговування систем розподіленого вводу на основі мережі PROFINET IO.

- CPU 1515F-2 PN


для побудови систем керування, що вимагають виконання програм середнього обсягу, високої швидкості обробки даних та обслуговування систем розподіленого вводу-виводу на основі мереж PROFINET IO. Оснащений додатковим інтерфейсом PROFINET зі своєю IP-адресою.

- CPU 1516F-3 PN/DP

для побудови систем управління, що вимагають виконання програм великого обсягу, високої швидкості обробки даних та обслуговування систем розподіленого вводу-виводу на основі мереж PROFINET IO та PROFIBUS DP. Оснащений додатковим інтерфейсом PROFINET зі своєю IP-адресою.

- CPU 1517F-3 PN/DP

для побудови систем управління, що вимагають виконання



програм великого обсягу, високої швидкості обробки даних та обслуговування систем розподіленого вводу-виводу на основі мереж PROFINET IO та PROFIBUS DP. Оснащений додатковим інтерфейсом PROFINET зі своєю IP-адресою, а також інтерфейсом PROFIBUS.

- CPU 1518F-4 PN/DP - для побудови систем управління, що вимагають виконання програм великого обсягу, високої швидкості обробки даних та обслуговування систем розподіленого вводу-виводу на основі мереж PROFINET IO та PROFIBUS DP. Оснащений двома додатковими інтерфейсами PROFINET зі своїми IP-адресами, а також інтерфейсом PROFIBUS.

T-CPU SIMATIC S7-1500 з підтримкою функцій управління рухом (багатоосьових приводних електроприводних систем)..

- CPU 1511T-1 PN - для невеликих додатків із середніми вимогами до обсягу програми та швидкості обробки, для розподіленої конфігурації через PROFINET IO.


- CPU 1511TF-1 PN - для стандартних та відмовостійких додатків із середніми вимогами до обсягу програми та швидкості обробки, для розподіленої конфігурації через PROFINET IO.

- CPU 1515T-2 PN - для додатків із середніми/високими вимогами до програмного охоплення, мережевої взаємодії та швидкості обробки. Для розподіленої конфігурації через PROFINET IO. Додатковий інтегрований інтерфейс PROFINET з окремою IP-адресою може використовуватися для розділення мережі, підключення додаткових пристроїв PROFINET IO RT або високошвидкісного зв'язку, наприклад, як I-Device.

- CPU 1515TF-2 PN - для стандартних та відмовостійких додатків із середніми/високими вимогами до програмного охоплення, мережевої взаємодії та швидкості обробки. Для розподіленої конфігурації через PROFINET IO. Додатковий інтегрований інтерфейс PROFINET з окремою IP-адресою може використовуватися для розділення мережі, підключення додаткових пристроїв PROFINET IO RT або високошвидкісного зв'язку, наприклад, як I-Device.

- CPU 1516T-3 PN/DP - для додатків з високими вимогами до програмного охоплення, мережевої взаємодії та швидкості обробки. Для розподіленої конфігурації через PROFINET IO та PROFIBUS DP. Додатковий інтегрований інтерфейс PROFINET з окремою IP-адресою може використовуватися для розділення мережі, підключення додаткових пристроїв PROFINET IO RT або високошвидкісного зв'язку, наприклад, як I-Device.

- CPU 1516TF-3 PN/DP - для стандартних та відмовостійких додатків з високими вимогами до програмного охоплення, мережевої взаємодії та швидкості обробки. Для розподіленої конфігурації через PROFINET IO та PROFIBUS DP з PROFI-safe. Додатковий інтегрований інтерфейс PROFINET з окремою IP-адресою може використовуватися для розділення мережі, підключення додаткових пристроїв PROFINET



IO RT або високошвидкісного зв'язку, наприклад, як I-Device.

- CPU 1517T-3 PN/DP - для додатків з дуже високими вимогами до програмного обсягу, мережевої взаємодії та швидкості обробки. Для розподіленої конфігурації через PROFINET IO та PROFIBUS DP. Додатковий інтегрований інтерфейс PROFINET з окремою IP-адресою може використовуватися для розділення мережі, підключення додаткових пристроїв PROFINET IO RT або високошвидкісного зв'язку, наприклад, як I-Device.

- CPU 1517TF-3 PN/DP - для стандартних і стійких до відмови програм з дуже високими вимогами до програмного охоплення, мережевої взаємодії і швидкості обробки. Для розподіленої конфігурації через PROFINET IO та PROFIBUS DP з PROFI-safe. Додатковий інтегрований інтерфейс PROFINET з окремою IP-адресою може використовуватися для розділення мережі, підключення додаткових пристроїв PROFINET IO RT або високошвидкісного зв'язку, наприклад, як I-Device.

- CPU 1518T-4 PN/DP - для додатків із дуже високими вимогами до програмного охоплення, мережевої взаємодії та швидкості обробки, а також для максимальних вимог до швидкості обробки. Для розподіленої конфігурації через PROFINET IO та PROFIBUS DP. Додатковий інтегрований інтерфейс PROFINET з окремою IP-адресою може використовуватися для розділення мережі, підключення додаткових пристроїв PROFINET IO RT або високошвидкісного зв'язку в якості I-Device, наприклад. З третім інтерфейсом PROFINET з окремою IP-адресою та Gbit Ethernet, наприклад, може бути досягнуто поділу мережі або з'єднання через Gbit Ethernet з мережею вищого рівня.

- CPU 1518TF-4 PN/DP - для стандартних і стійких до відмови програм з дуже високими вимогами до програмного охоплення, мережевої взаємодії і швидкості обробки. Для розподіленої конфігурації через PROFINET IO та PROFIBUS DP з PROFI-safe. Додатковий інтегрований інтерфейс PROFINET з окремою IP-адресою може використовуватися для розділення мережі, підключення додаткових пристроїв PROFINET IO RT або високошвидкісного зв'язку в якості I-Device, наприклад. З третім інтерфейсом PROFINET з окремою IP-адресою та Gbit Ethernet, наприклад, можна досягти поділу мережі або з'єднання через Gbit Ethernet з мережею вищого рівня.

CPU S7-1500R/H – для побудови резервованих АСУ.

- CPU 1513R-1 PN - для додатків із середніми вимогами до обсягу програми та швидкості обробки, а також підвищеними вимогами до доступності (без втрати даних); також для розподілених структур автоматизації.

- CPU 1515R-2 PN - для додатків із середнім/високим обсягом програми, вимогами до швидкості роботи мережі та обробки та підвищеними вимогами до доступності (без втрати даних); для

розподіленого проектування через PROFINET IO. Додатковий інтегрований інтерфейс PROFINET з окремою IP-адресою може використовуватися, наприклад, для розділення мережі.

- CPU 1517H-3 PN- для додатків з високими вимогами до доступності та дуже високими вимогами до галузі дії програми, мережевої взаємодії та швидкості обробки; для розподіленого налаштування через PROFINET IO. Додатковий інтегрований інтерфейс PROFINET з окремою IP-адресою може використовуватися для розділення мережі.

- CPU 1518HF-4 PN - для додатків з високими вимогами до доступності та функціональної безпеки, максимальними вимогами до галузі дії програми та мережевої взаємодії, а також дуже високими вимогами до швидкості обробки; для розподіленої конфігурації через PROFINET IO. Додаткові інтегровані інтерфейси PROFINET з окремими IP-адресами можуть використовуватися для поділу мережі та резервного підключення до систем вищого рівня.

Кожен CPU 1500 має вбудований інтерфейс PROFINET (інтерфейс PN) з двома портами для налаштування лінійної топології. CPU 1516-3 PN/DP також має додатковий інтерфейс PROFINET з портом для підключення до Industrial Ethernet та інтерфейс PROFIBUS DP (рис. 4.3).



*Рисунок 4.3 - З'єднання шини та елементи керування під передньою кришкою CPU 1516-3PN/DP*

Перший інтерфейс PN підключає центральний процесор до системи PROFINET IO. CPU може працювати як контролер вводу-виводу або як пристрій вводу-виводу. Інтерфейс PN має два порти, які з'єднані між собою комутатором. Це дозволяє просту конфігурацію квазілінійної топології. До інтерфейсу PN також можна підключити програмуючий пристрій або блок керування та відображення оператора. Передача даних на інші пристрої можлива за допомогою



відкритого спілкування користувача через Industrial Ethernet.

Другий інтерфейс PN підключає CPU до Industrial Ethernet. Він має власну IP-адресу, що дає можливість підключатися до мережі компанії окремо від підмережі процесу. До порту цього PN-інтерфейсу також можна підключити пристрій програмування або блок керування та відображення оператора. Передача даних на інші пристрої можлива за допомогою відкритого спілкування користувача через Industrial Ethernet.

Інтерфейс DP підключає центральний процесор до системи шини PROFIBUS DP. Центральний процесор є головним DP.

Маршрутизація записів даних можлива через інтерфейси PN і DP, тобто дані можуть передаватися за межі підмереж. Ці інтерфейси також підтримують синхронізацію часу.

Інтерфейси шини пронумеровані: X1 для першого інтерфейсу (PN) з портами P1 і P2, з CPU 1516: X2 для другого інтерфейсу (Ethernet) і X3 для інтерфейсу DP.

### **4.3 Области пам'яті в станції S7-1500**

На рис. 4.4 показано області пам'яті в пристрої програмування, в CPU і в сигнальних модулях, які важливі для програми користувача.

Пристрій програмування містить автономні дані. Він складається з програми користувача (код програми та дані користувача), системних даних (наприклад, конфігурація апаратного забезпечення, мережі та з'єднання) та інших даних, що стосуються проекту, наприклад таблиці тегів ПЛК.

Сигнальні модулі містять пам'ять для станів сигналу вхідного та вихідного сигналів.

Онлайн-дані складаються з програми користувача та системних даних, які розташовані в трьох областях пам'яті: у завантажувальній пам'яті, у робочій пам'яті та в системній пам'яті.

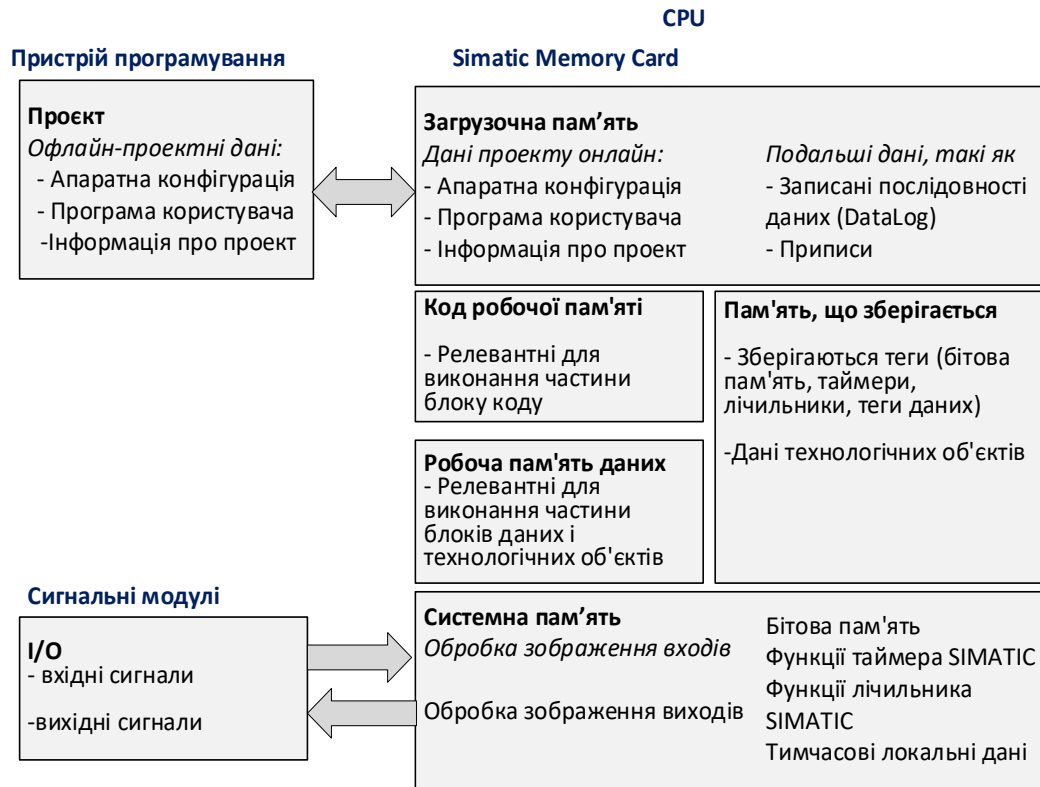
#### ***Завантажувальна пам'ять***

Завантажувальна пам'ять містить повну програму користувача, включаючи конфігураційні дані (системні дані). Завантажувальна пам'ять повністю розміщена на SIMATIC Memory Card. Програма користувача завжди спочатку передається з пристрою програмування в завантажувальну пам'ять, а потім звідти в робочу пам'ять. Програма в пам'яті завантаження не виконується як програма користувача.

Блоки даних, які містять приписи, наприклад, , можуть бути ідентифіковані як «невідповідні для виконання», і в цьому випадку вони не переносяться в робочу пам'ять. Доступ до цих блоків даних можна отримати з програми користувача за допомогою системних функцій.

#### ***Робоча пам'ять***

## Області пам'яті в станції S7-1500



*Рисунок 4.4 - Області пам'яті для програми користувача*

Робоча пам'ять розроблена як швидка оперативна пам'ять, повністю інтегрована в процесор. Операційна система центрального процесора копіює «релевантний для виконання» програмний код і дані користувача в робочу пам'ять. «Релевантність виконання» є властивістю існуючих об'єктів і не дорівнює тому факту, що конкретний блок коду дійсно викликається та виконується. «Фактична» програма користувача виконується в робочій пам'яті.

Робоча пам'ять CPU 1500 складається з двох частин:

- Робоча пам'ять коду містить код програми.
- Робоча пам'ять даних містить дані користувача та дані технологічних об'єктів.

При завантаженні повної програми користувача в пристрій програмування блоки вибираються з пам'яті завантаження, доповнені поточними значеннями даних з робочої пам'яті.

### *Системна пам'ять*

Системна пам'ять містить образи процесу для входів і виходів. Це копії вхідних і вихідних сигналів з модулів. Системна пам'ять також містить області операндів, бітову пам'ять, функції таймера/лічильника SIMATIC і тимчасові локальні дані. Тимчасові локальні дані є проміжною пам'яттю для виконання програми в блоках програми користувача.



## 4.4 Модулі станції Simatic S7-1500

Сигнальні модулі (SM) — це периферійні модулі вводу/виводу, які встановлюють зв'язок між центральним процесором і машиною або процесом. Для SIMATIC S7-1500 доступні такі типи модулів:

- модулі цифрового вводу SM 521;
- модулі цифрового виводу SM 522;
- модулі цифрового вводу /виводу SM 523;
- модулі аналогового вводу SM 531;
- модулі аналогового виводу SM 532;
- модулі аналогові вводу /виводу SM 533.

Сигнальний модуль можна вставити в стійку в один із слотів від 2 до 31.

### *Загальні властивості*

Зелений світлодіод RUN і червоний світлодіод помилки вказують на робочий стан модуля. На більшості модулів зелений світлодіод живлення вказує на наявність напруги навантаження.

Відповідно налаштовані модулі надають заяву про дійсність сигналу процесу разом із статусом значення. Якщо статус значення активований, інформація у вхідному зображенні процесу доступна. У стані значення один біт на канал процесу вказує станом сигналу «0», що призначений сигнал процесу або призначене аналогове значення недійсне. Для модулів вводу значення статусу полягає в підключенні до даних користувача в образі процесу. Для вихідних модулів вхідні байти також зайняті для статусу значення.

### *Модулі цифрового вводу*


Модулі цифрового вводу використовуються центральним процесором для запису робочих станів керованого виконавчого механізму або дискретних датчиків. Сигнальні модулі цифрового вводу є перетворювачами сигналів для двійкових вхідних сигналів процесу. Сигнали процесу, присутні з рівнем напруги постійного або змінного струму від 24 В до 230 В, перетворюються на сигнали з внутрішнім рівнем.

Залежно від модуля вхідні канали ізольовані окремо або групами. Існують прості модулі вводу та модулі з можливістю діагностики з апаратним і діагностичним тригером переривання.

Модулі цифрового вводу мають два або чотири байти адресного простору, що відповідають 16 або 32 вхідним сигналам. Наявність сигналу процесу вказує світлодіод на вхідному каналі.

### *Модулі цифрового виводу*

Модулі цифрового виводу використовуються центральним процесором для керування підключеною машиною чи установкою. Ці модулі є перетворювачами сигналів для двійкових вихідних сигналів



процесу. Внутрішні сигнали підсилюються та виводяться в таких діапазонах струму та напруги (номінальні значення):

- з електронними підсилювачами від 24 В постійного струму і струму 0,5 А і 2 А

- з електронними підсилювачами від 120 В до 230 В змінного струму і струмом 2 А

- з контактами реле з постійною напругою 24 В або змінною напругою 230 В і струмом до 5 А

Залежно від модуля вихідні канали ізольовані окремо або групами. Типи модулів включають прості модулі цифрового виводу, модулі цифрового виводу з можливістю діагностики та модулі з вбудованим

Модулі цифрового виводу мають два або чотири байти, що відповідають 16 або 32 вихідним сигналам. Усі канали модулю вказують на поданий сигнал процесу за допомогою світлодіода на вихідному каналі.

Модулі цифрового виводу відключені в робочих станах STOP і STARTUP. У цьому випадку вони надають або налаштоване значення змінної, або зберігають останнє вихідне значення.

#### *Модулі аналогового вводу*

CPU може використовувати модулі аналогового вводу для обробки аналогових вимірюваних змінних після того, як вони були перетворені модулями в цифрові значення. Ці модулі є перетворювачами сигналів для аналогових вхідних сигналів процесу.

Залежно від конструкції до модулів можуть бути підключені перетворювачі напруги та струму, термopари, резистори або терморезистори. Діапазон вимірювання встановлюється для кожного каналу або групи каналів. Роздільна здатність 16 біт, включаючи знак. Аналогове значення (канал) займає 16 біт, іншими словами два байти. Модулі аналогового вводу мають 8 каналів, що відповідає діапазону адрес у 16 байт.


Індикація стану модулю: один світлодіодний індикатор стану на канал показує, чи канал дезактивовано, чи працює належним чином, чи сталася помилка. Вхідні канали не ізольовані один від одного.

Існує гальванічна розв'язка між каналами та шиною задньої плати, а також між каналами та внутрішнім джерелом живлення.

#### *Модулі аналогового виводу*

Центральний процесор може використовувати аналогові модулі виводу для постійного забезпечення приводів аналоговими заданими значеннями. Ці модулі є формувачами сигналів аналогових вихідних сигналів процесу/

Модулі можуть видавати значення напруги в діапазоні від 0 до 10 В, від 1 до 5 В або від -10 до +10 В або значення струму в діапазоні від



0 до 20 мА, від  $\pm 20$  мА або 4 до 20 мА. Роздільна здатність 16 біт, включаючи знак. Вихідні канали не ізольовані один від одного. Існує гальванічна розв'язка між каналами та шиною задньої плати, а також між каналами та напругою навантаження L+.

Аналогове значення (аналоговий канал) займає 16 біт. Модулі аналогового виводу мають 8 каналів, що відповідає діапазону адрес у 16 байт.

Індикація стану модулю: Один світлодіодний індикатор стану на канал вказує, чи канал дезактивовано, чи працює належним чином, чи сталася подія діагностики.

Модулі аналогового виводу вимкнені в робочих станах STOP і STARTUP. У цьому випадку вони надають або налаштоване значення заміни, або зберігають останнє вихідне значення.

### *Технологічні модулі*

Технологічні модулі (ТМ) — це «інтелектуальні» модулі попередньої обробки сигналів, які готують і обробляють сигнали, що надходять від процесу незалежно від центрального процесора, і повертають їх у процес, або роблять доступними для програми користувача через внутрішній інтерфейс центрального процесора. Дані модулі відповідають за обробку функцій, які центральний процесор зазвичай не може виконати достатньо швидко, наприклад підрахунок імпульсів.


Найбільш частіше використовуються технологічні модулі:

- ТМ Count 2 × 24 В (6ES7 550-1AA0-0AB0)

Технологічний модуль для підрахунку імпульсів, для вимірювання частоти, періоду часу або швидкості, а також для визначення положення для контролю руху; з двома 32-розрядними каналами лічильника та максимальною частотою сигналу 200 кГц (це відповідає макс. 800 кГц із чотириразовою оцінкою); для підключення інкрементальних датчиків 24 В з сигналом N і без нього, інкрементальних датчиків 24 В з сигналом напрямку та без нього, а також інкрементальних датчиків 24 В з окремими сигналами для відліку вгору та зворотного відліку; три конфігурованих цифрових входу на канал для запуску, зупинки, синхронізації або збереження значення підрахунку (функція захоплення) і два конфігурованих цифрових виходу для виводу результату порівняння.

- ТМ PosInput 2 (6ES7 551-1AB00-0AB0)

Технологічний модуль для підрахунку імпульсів, для вимірювання частоти, періоду часу або швидкості, а також для визначення положення для контролю руху; з двома 32-розрядними каналами лічильника та максимальною частотою сигналу 1 МГц (це відповідає макс. 4 МГц із чотириразовою оцінкою); для підключення датчиків абсолютного значення SSI, інкрементальних кодерів RS 422/TTL з сигналом N і без нього, інкрементальних кодерів RS 422/TTL з



сигналом напрямку та без нього, а також інкрементальних кодерів RS 422/TTL з окремими сигналами для відліку вгору та зворотного відліку; два конфігурованих цифрових входу на канал для запуску, зупинки, синхронізації або збереження значення підрахунку (функція захоплення) і два конфігурованих цифрових виходу для виводу результату порівняння.

### *Комунікаційні модулі*

Комунікаційні модулі (CM) звільняють центральний процесор від завдань зв'язку. Вони встановлюють фізичне з'єднання з комунікаційним партнером, беруть на себе встановлення з'єднання та транспортування даних, а також надають необхідні послуги зв'язку для центрального процесора та програми користувача.

Доступні такі комунікаційні модулі (<http://surf.li/tzxhcy>) :

- CM PTP RS232 BA (6ES7 540-1AD00-0AA0)

Комунікаційний модуль для підключення до інтерфейсу точка-точка (PTP); фізичні характеристики передачі RS 232 зі швидкістю до 19,2 Кбіт/с; максимальна довжина кадру: 1Кб; підтримувані протоколи: Freeport і 3964 (R), протокол USS через системні функції.

- CM PTP RS422/485 BA (6ES7 540-1AB00-0AA0)

Комунікаційний модуль для підключення до інтерфейсу точка-точка; фізичні характеристики передачі RS 422/485 зі швидкістю до 19,2 Кбіт/с; максимальна довжина кадру: 1 Кб; підтримувані протоколи: Freeport і 3964 (R), протокол USS через системні функції.

- CM PTP RS232 HF (6ES7 541-1AD00-0AB0)

Комунікаційний модуль для підключення до інтерфейсу точка-точка; фізичні характеристики передачі RS 232 з до 115,2 Кбіт/с; максимальна довжина кадру: 4 Кб; підтримувані протоколи: Freeport, 3964 (R), а також Modbus RTU Master і Modbus RTU Slave, протокол USS через системні функції.

- CM PTP RS422/485 HF (6ES7 541-1AB00-0AB0)

Комунікаційний модуль для підключення до інтерфейсу точка-точка; фізичні характеристики передачі RS 422/485 зі швидкістю до 115,2 Кбіт/с; максимальна довжина кадру: 4 Кб; підтримувані протоколи: Freeport, 3964 (R), а також Modbus RTU Master і Modbus RTU Slave, протокол USS через системні функції.

- CM 1542-5, PROFIBUS (6GK7 542-5DX00-0XE0)

Модуль зв'язку для PROFIBUS; фізичні характеристики передачі RS 485 зі швидкістю до 12 Мбіт/с; робота як DPV1 master або DPV1 slave; зв'язок PG/OP, зв'язок S7; відкрите спілкування користувачів.

- CP 1543-1, промисловий Ethernet (6GK7 543-1AX00-0XE0)

Модуль зв'язку для Industrial Ethernet до 1000 Мбіт/с; TCP/IP, ISO, UDP, широкомовна/багатоадресна IP-адреса, відкрите спілкування з користувачем тощо; адресація з IPv4/IPv6; можна використовувати для додатків безпеки.



Примітка:

Однотипні периферійні модулі (SM, CM) поділяються на класи, що відрізняються підтримкою різного набору функцій:

- Модулі класу BA (Basic) щодо прості та недорогі компоненти без діагностики параметрів.

- Модулі класу ST (Standard) із підтримкою діагностичних функцій лише на рівні модуля. Клас точності для аналогових модулів дорівнює 0.3%.

- Модулі класу HF (High Feature) за допомогою діагностичних функцій на рівні кожного каналу. Клас точності для аналогових модулів дорівнює 0.1%. Підвищена стійкість до перешкод, підвищена міцність електричної ізоляції.

- Модулі класу HS (High Speed) з малими часами фільтрації сигналів та короткими часом перетворення. Наприклад, аналогові модулі з часом перетворення 125 мкс на 8 каналів.

Сигнальні, технологічні та комунікаційні модулі (CM PtP) програмованого контролера S7-1500 можуть використовуватись і в станції ET 200MP.

#### *Модулі живлення*

В програмованих контролерах S7-1500 та станціях ET 200MP може використовуватися два типи блоків живлення:

#### *Модулі живлення системи*

Модулі живлення системи (PS) забезпечують робочу напругу для модулів у стойці.

Залежно від модуля живлення первинною напругою є або змінна напруга 120/230 В (PS 507) з вихідною потужністю 60 Вт, або постійна напруга 24 В (PS 505) з вихідною потужністю 25 Вт і 60 Вт. В.

Індикація стану модулю. Зелений світлодіод RUN і червоний світлодіод помилки вказують на робочий стан модуля. Жовтий світлодіод MAINT сигналізує про запит на технічне обслуговування.

#### *Модулі живлення навантаження*

Модулі живлення навантаження (модулі живлення, PM) забезпечують постійну напругу 24 В, яка може використовуватися як напруга живлення для датчиків і виконавчих механізмів (живлення навантаження модулів вводу/виводу), CPU і модулів живлення системи. Модулі в конструкції S7-1500. Первинна напруга модулів живлення навантаження PM 1507 становить 120/230 В змінного струму з вихідною потужністю 70 Вт і 190 Вт.

Системні блоки живлення PS 1505 та PS 1507 з вхідною напругою постійного або постійного та змінного струму. Знаходять застосування живлення внутрішньої електроніки модулів через внутрішню шину контролера S7-1500/ станції ET 200MP (див. рис. 4.5).

Випускаються у модифікаціях:

- PS 1505 з вхідною напругою = 24В та вихідною потужністю 25Вт;

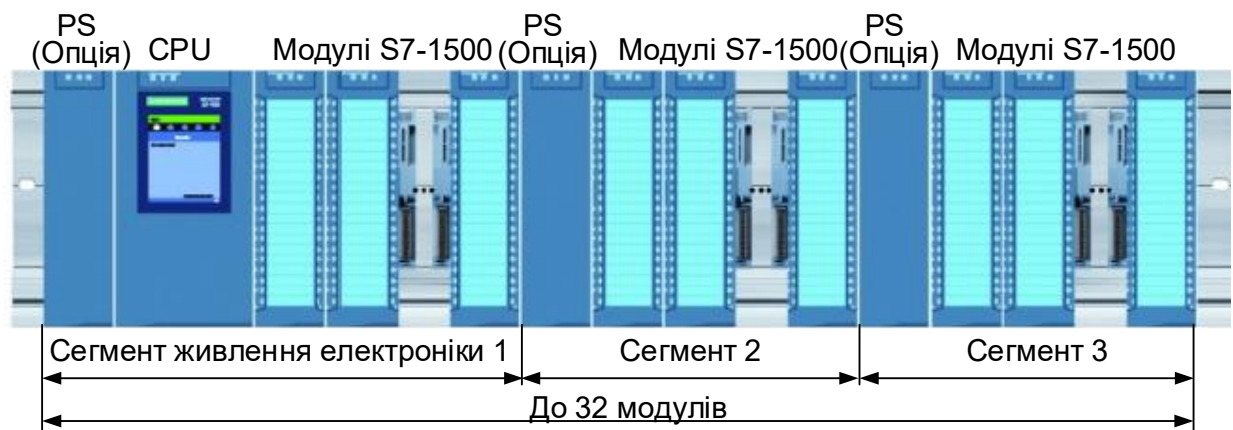


Рисунок 4.5 – Живлення станції Simatic S7-1500 модулями живлення системи (PS)

- PS 1505 з вхідною напругою =24 В/ =48 В/ =60 В та вихідний потужністю 60 Вт.

- PS 1507 з вхідною напругою  $\cong 120/230$  В та вихідний потужністю 60 Вт.

Застосування всіх перелічених блоків живлення не є обов'язковим. Воно залежить від складу апаратури програмованого контролера S7-1500/ станції ET 200MP.

Індикація стану модулю Зелений світлодіод RUN і червоний світлодіод помилки вказують на робочий стан модуля. Жовтий світлодіод MAINT вказує на стан очікування.

Блоки живлення навантаження PM 1507 з вхідною напругою  $\sim 120/230$  В та вихідною напругою =24 В. Знаходять застосування для формування зовнішніх ланцюгів живлення центральних процесорів, комунікаційних, сигнальних та технологічних модулів (див. рис. 4.6).

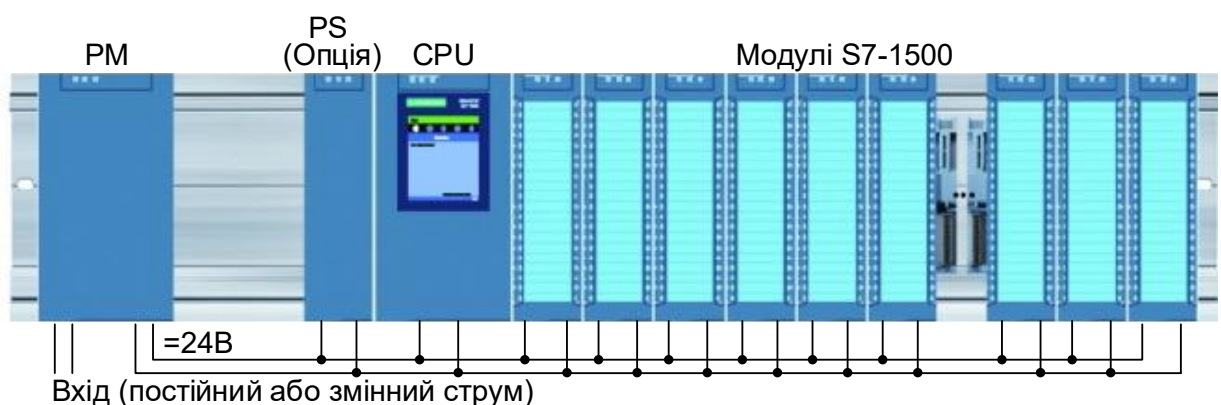


Рисунок 4.6 – Живлення зовнішніх ланцюгів станції Simatic S7-1500 модулями живлення навантаження (PM)

Випускаються у модифікаціях:

- PM 1507 з вихідною потужністю 70 Вт та
- PM 1507 із вихідною потужністю 190 Вт.

## 4.5 Конфігурування станції ПЛК Simatic S7-1500

Конфігурація пристрою передбачає планування конструкції апаратного забезпечення системи автоматизації. Налаштування здійснюється в автономному режимі без підключення до центрального процесора. Для конфігурування станції Simatic S7-1500, як й усіх ПЛК типу Simatic S7, використовується ППЗ ПЛК TIA Portal, з метою додавання станції ПЛК до проекту та її оснастити їх модулями, які потім адресуються та параметризуються, а також для об'єднання в мережу станцій ПЛК або створення розподілених станцій вводу/виводу.

Конфігурація пристрою починається під час налаштування нового проекту, та додавання обраного CPU Simatic S7-1500 (див. Практичну роботу 1).

### Робоча зона конфігурації пристрою

На рисунку 4.7 показано робочу область конфігурації пристрою у вікні Проект (без дерева проекту).

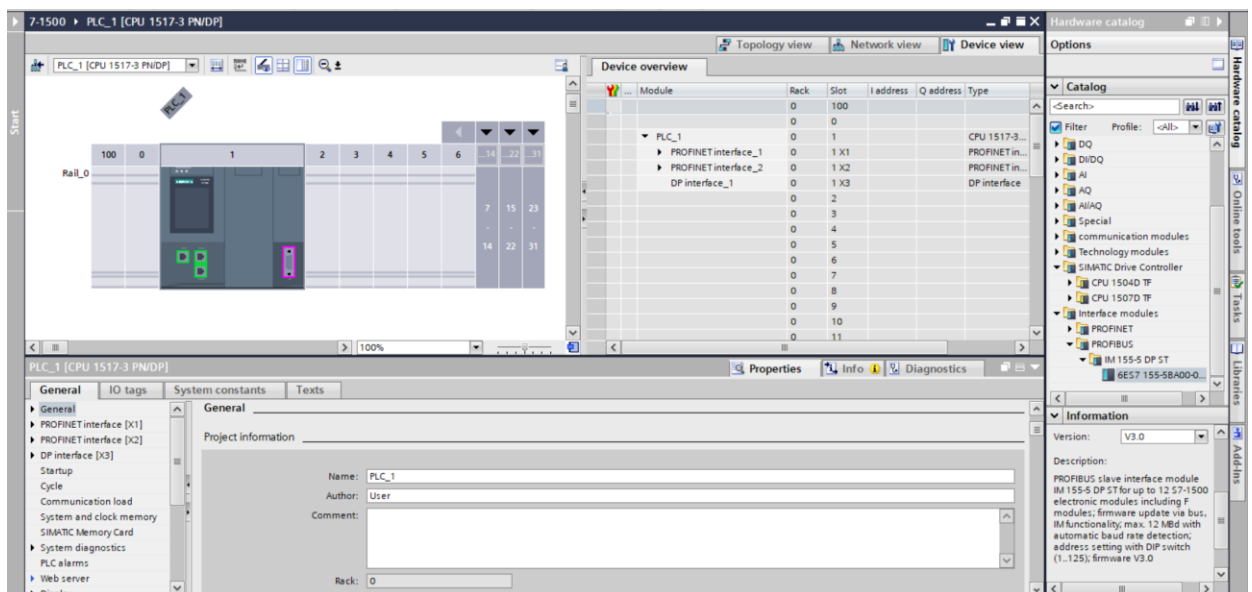



Рисунок 4.7 - Робоча область конфігурації пристрою

У робочому вікні доступні три види:

- Перегляд пристрою, який показує поточну конфігурацію станції ПЛК. Конфігурація відображається у вигляді графіки у верхній частині вікна та у вигляді таблиці при натисканні на вкладку «Device overview».

- У поданні «Network view» можливо побачити – якщо в проекті присутня більше однієї станції – з'єднання між станціями, також у вигляді графіки у верхній частині вікна та з наявними станціями та їх взаємозв'язками при натисканні на вкладку «Device overview» у вигляді таблиці.




- у поданні «*Topology view*» реалізовано перегляд топології для відображення та налаштування підключень портів до мережі Ethernet у вигляді графіки у верхній частині вікна та з наявними станціями та їх взаємозв'язками при натисканні на вкладку «*Device overview*» у вигляді таблиці.

Вікно «*Inspector window*» розташоване під робочим вікном. На вкладці «*Properties*» відображаються властивості об'єкта, вибраного в робочому вікні. Вкладка «*Info*» містить загальну інформацію про сеанс налаштування та компіляцію, а також список перехресних посилань. Вкладка «*Diagnostics*» показує режим роботи станцій і дисплей тривоги.

Справа у вікні завдань доступний «*Hardware catalog*» - каталог обладнання. Він показує всі апаратні компоненти, які можна налаштувати за допомогою поточної версії STEP 7. Якщо вибрати компонент на найнижчому рівні каталогу обладнання, відображується короткий опис найважливіших властивостей в інформаційній області каталогу обладнання – вікно «*Information*».

#### *Збереження, компіляція та завантаження*

Збереження введених даних на жорсткому диску, зберігаючи проект повністю (за допомогою команди «*Project*» => «*Save*» або (*Save As*) в головному меню). Щоб завантажити конфігураційні дані в CPU, їх потрібно спочатку скопіювати у формі, зрозумілій для CPU (використовуючи «*Edit*» => «*Compile*», або натисканням кнопки ). Будь-які помилки, що виникають під час компіляції, вказуються у вікні інспектора під «*Info*». Лише безпомилкові (узгоджені) компіляції можна завантажити на CPU за допомогою «*Online*» => «*Download to device*».

#### *Оновлення та підтримка*

Щоб згодом інсталювати файли основних даних пристрою (GSD), виберіть у головному меню «*Options > Install => general station description file*» (GSD). У діалоговому вікні вказується вихідний шлях і оберається файл, який потрібно встановити.

Щоб згодом інсталювати пакети підтримки, наприклад пакети підтримки обладнання (HSP) для нових модулів, оберається у головному меню «*Options => Support packages*». У вікні «*Detailed information*» - детальної інформації відображаються встановлені продукти та компоненти, а також інформація про операційну систему. У розділі «*Installation of Support Packages*» - Встановлення пакетів підтримки» можливо обрати, завантаження оновлення з Інтернету чи з файлової системи.

#### *Конфігурування станції*

*Конфігурування* - означає додавання до проекту станції ПЛК, розміщення модулів у стойці та встановлення модулів із субмодулями.

### Додавання станції ПЛК

При створенні нового проєкту, зазвичай одночасно додається необхідна станція ПЛК. Ви можете додати додаткові станції ПЛК як у поданні порталу, так і в поданні проєкту. У вікні «Портал» ви можете додати нову станцію на порталі «Пристрої та мережі» за допомогою команди «Додати новий пристрій». У перегляді проєкту двічі клацніть Додати новий пристрій у дереві проєкту.

Виберіть потрібний CPU у вікні вибору та призначте йому значущу назву. Перш ніж натиснути кнопку ОК, переконайтеся, що у вікні зліва внизу (див. рис. 4.8) встановлено прапорець Відкрити перегляд пристрою.

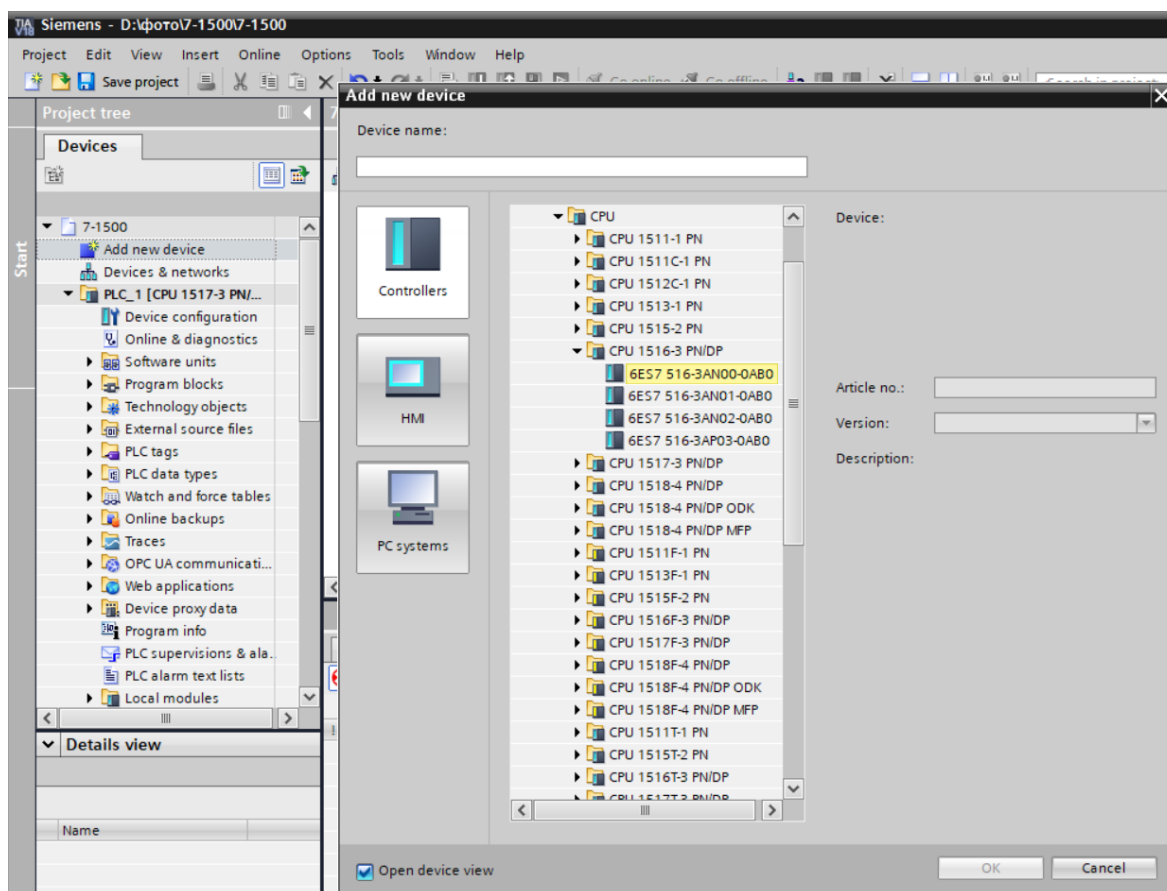



Рисунок 4.8 - Додавання станції ПЛК

Після вибору CPU він розміщується у слот 1. Слот 0 крайній ліворуч призначений для модуля живлення.

### Додавання модуля

Додавання модулів здійснюється аналогічно, як в станціях Simatic S7 300/400/1200. Відкрийте станцію ПЛК у вікні «Device view». Щоб вставити модуль, виберіть його в каталозі обладнання (символ модуля на найнижчому рівні каталогу). Потім вам буде надано опис вибраного модуля в інформаційному вікні каталогу обладнання. Допустимі слоти



в стойці виділені. Ви розміщуєте новий модуль, двічі клацнувши на символі модуля або перетягнувши його мишею на стійку.

Якщо ви встановите прапорець «Filter» у каталозі обладнання, будуть показані лише модулі з вибраного сімейства пристроїв; в нашому випадку тільки модулі для SIMATIC S7-1500.

Модулі вводу/виводу можна розташувати за бажанням під час конфігурації на слотах 2–31, навіть із зазорами. Однак для компіляції модулі мають бути вставлені без проміжків.

Живлення модулів здійснюється від загальної шини CPU або системного джерела живлення в сегменті потужності. Будь-який дисбаланс у потужності буде повідомлено як помилка під час компіляції.

Ви можете знову видалити вставлений модуль (вилучити його зі стойки) або замінити на інший, еквівалентний.

## **4.6 Параметризація модулів**

«Параметризація» або «призначення параметрів» означає налаштування властивостей модуля. Це, наприклад, встановлення адрес, увімкнення переривань або визначення властивостей зв'язку.

Параметризація модуля здійснюється для вибраного модуля у вікні інспектора на вкладці *Properties*. Виберіть групу властивостей ліворуч і встановіть значення в інтерактивному режимі праворуч. Ви можете будь-коли припинити налаштування властивостей і продовжити пізніше.

Окремим модулям можна призначити лише частину загальних параметрів, описаних нижче.

### **4.6.1 Параметризація властивостей центрального процесора (CPU)**

Операційна система центрального процесора працює з налаштуваннями за замовчуванням для виконання програми. Параметри за замовчуванням можливо змінювати при конфігурації апаратного забезпечення та параметризації CPU та узгодити їх із вашими конкретними вимогами. Подальша зміна можлива в будь-який час.

Скріншот вікна параметризації CPU наведено на рис. 4.9.

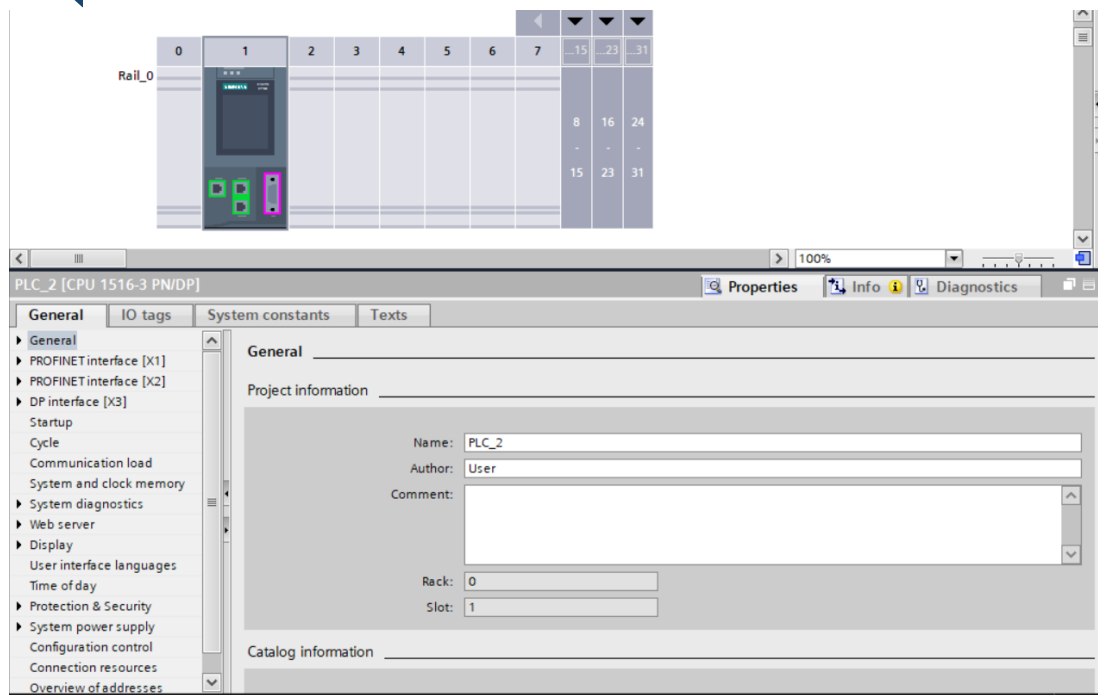


Рисунок 4.9 - Скріншот вікна параметризації CPU

Під час запуску CPU приймає налаштування, що відрізняються від налаштувань за замовчуванням у режимі *STARTUP* -«ЗАПУСК». Потім ці налаштування застосовуються до подальшої роботи. Щоб параметризувати властивості CPU, обирається CPU у робочому вікні конфігурації пристрою. Якщо проект містить кілька станцій, обирається потрібна станція на панелі інструментів робочого вікна.

Встановлюється назва станції ПЛК у розділі *General* - «Загальний» обрав «*Project information*» і ідентифікатор модуля в розділі «*Identification & Maintenance*». Використовуючи позначення вищого рівня, можливо ідентифікувати CPU відповідно до його заводських функцій.

У розділі інтерфейсу *PROFINET* встановлюється підключення до підмережі Ethernet і визначається IP-адреса, маска підмережі та назва пристрою *PROFINET*. У режимі роботи можливо активувати роботу як пристрій вводу-виводу. Режим контролера вводу-виводу є фіксованим параметром за замовчуванням. Подальші налаштування визначають, наприклад, властивості зв'язку *PROFINET IO* у реальному часі, взаємозв'язок портів та активацію веб-сервера через цей інтерфейс.

У розділі *DP interface* визначаються підключення до підмережі *PROFIBUS*, адреса вузла та інші властивості, такі як властивості груп *SYNC/FREEZE*. Головний режим *Master DP* є фіксованим параметром за замовчуванням. Параметри мережі змінюються на вкладці *Property* - «Властивості» вікна інспектора в поданні *Interface networked with* - вибравши підмережу *PROFIBUS*.

Скріншот встановлення характеристик запуску CPU у розділі *Startup* переведено на рис. 4.10.

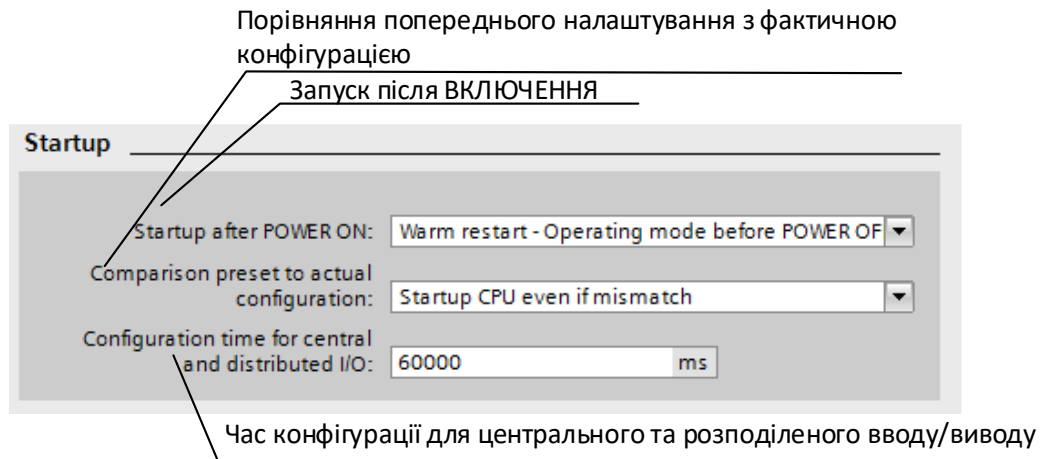


Рисунок 4.10 – Скріншот встановлення характеристик запуску CPU у розділі Startup

У розділі *Startup* можливо обрати наступні характеристики запуску: *Startup after POWER ON* - «Запуск після ВКЛЮЧЕННЯ ЖИВЛЕННЯ», також можливо вибрати *No restart* - «Без перезапуску» (залишатися в режимі «СТОП»), *Warm restart - RUN* - «Теплий перезапуск» — «ЗАПУСК» і *Warm restart «Теплий перезапуск — режим роботи перед ВИМКНЕННЯМ»* (див. рис. 4.11).

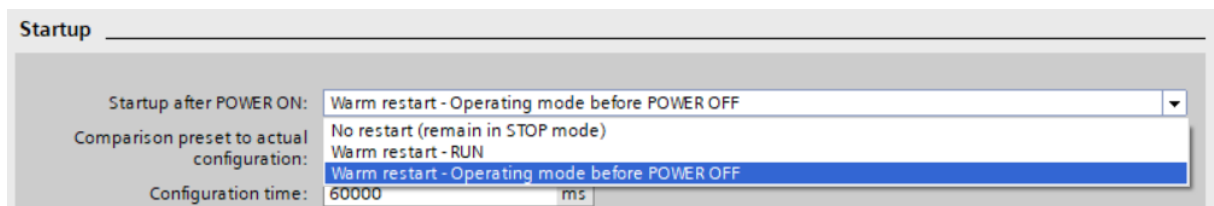


Рисунок 4.11 – Скріншот встановлення характеристик запуску CPU у розділі Startup - Startup after POWER ON

Під час запуску CPU порівнює фактично вставлені модулі з конфігурацією. Можливо встановити строгість перевірки в розділі *Comparison preset to actual configuration*: - «Порівняння попереднього налаштування до фактичної конфігурації»: *Start up CPU only if compatible* - «Запуск CPU, лише якщо сумісний», або *Startup CPU even if mismatch* – «Запуск CPU, навіть якщо невідповідність» (див. рис. 4.12).

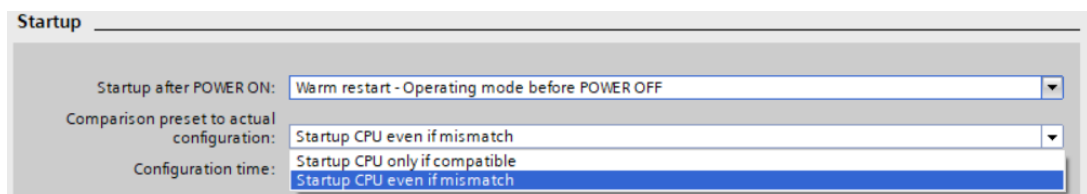


Рисунок 4.12 – Скріншот встановлення характеристик запуску CPU

у розділі *Startup - Comparison preset to actual configuration Configuration time for central and distributed I/O* – «Тривалість (час) параметризації розподіленого вводу/виводу контролюється під час запуску» - встановлюється час параметризації. Модуль вважається відсутнім, якщо час моніторингу для нього закінчився.

У розділі *Cycle* - «Цикл» визначає час моніторингу циклу в розділі *Maximum cycle time* - «Максимальний час циклу». Який сигналізує, якщо час контролю циклу перевищено - може призвести до робочого стану СТОП. Також можна вказати *Minimum cycle time* - «Мінімальний час циклу», який вказує на мінімальну тривалість виконання програмного циклу (див. рис 4.13).

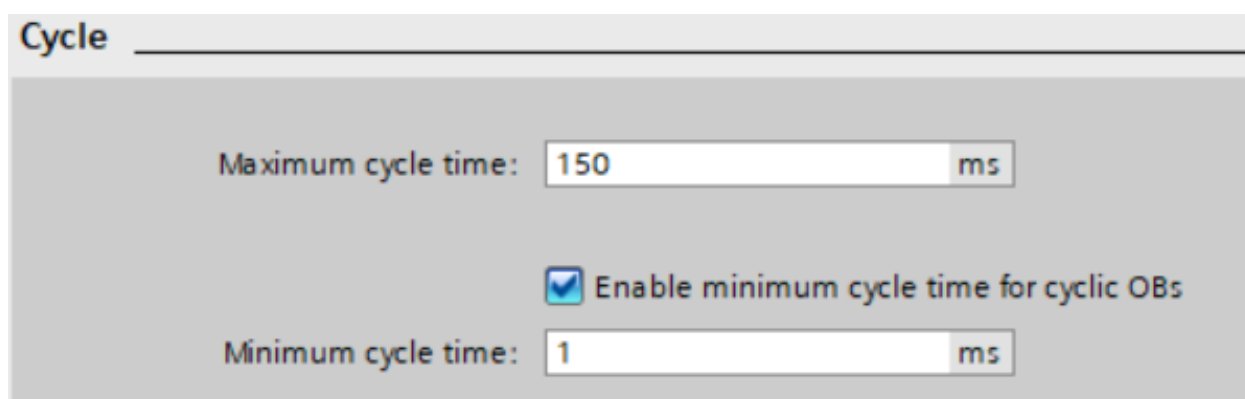


Рисунок 4.13 – Скріншот встановлення характеристик CPU у розділі Cycle

У розділі *Communication load* - «Навантаження зв'язку» встановлюється розподіл часу для зв'язку в розділі *Cycle load due to communication* - «Цикл навантаження через спілкування». Окрім виконання програми користувача, центральний процесор також виконує комунікаційні завдання, наприклад, передачу даних на іншу станцію ПЛК або завантаження блоків із пристрою програмування. Ця комунікація вимагає часу, частину якого потрібно додати до часу виконання основної програми. Специфікація комунікаційного навантаження може бути використана для певного контролю впливу часу циклу. Час, доступний для зв'язку, вводиться у відсотках із цим параметром (навантаження зв'язку). Тоді час циклу подовжується на коефіцієнт  $100 / (100 - \text{навантаження зв'язку})$ .

*System and clock memory* - «Системна і тактова пам'ять» - це операнди, керовані операційною системою, яку можна сканувати в програмі користувача. Наприклад, є бітова пам'ять, яка вказує на виникнення діагностичної події, або бітова пам'ять, яка змінює стан свого сигналу з частотою 2 Гц. Під час параметризації CPU активується системна пам'ять та/або пам'ять годинника та призначається їм адреса (див. рис. 4.14).

**System and clock memory**

**System memory bits**

Enable the use of system memory byte

Address of system memory byte (MBx):

First cycle:

Diagnostic status changed:

Always 1 (high):

Always 0 (low):

**Clock memory bits**

Enable the use of clock memory byte

Address of clock memory byte (MBx):

10 Hz clock:

5 Hz clock:

2.5 Hz clock:

2 Hz clock:

1.25 Hz clock:

1 Hz clock:

0.625 Hz clock:

0.5 Hz clock:

Рисунок 4.14 – Скріншот встановлення характеристик CPU у розділі *System and clock memory*

У розділі *System diagnostics* - «Діагностика системи» активується діагностика системи та визначається категорію тривоги, які будуть виводитися та чи потрібно підтверджувати сигнали тривоги.

У розділі *Web server* - «Веб-сервер» (див. рис. 4.15) активується веб-сервер і встановлюють його властивості.

**Web server**

**General**

Activate web server on this module

Permit access only with HTTPS

**Automatic update**

Enable automatic update

Update interval:

**User management**

Name	Access level	Password
Everybody	Minimum	

Рисунок 4.15 – Скріншот встановлення характеристик CPU у розділі *Web server*

Властивості дисплея на передній панелі CPU налаштовуються в розділі *Display* - «Дисплей» (див. рис. 4.16). Такими властивостями є, наприклад, час очікування для режиму очікування та енергозберігаючого режиму, а також захищений паролем дисплей.

Рисунок 4.16 - Скріншот встановлення характеристик CPU у розділі *Display*

Мова, якою відображаються тексти проекту на веб-сервері та на дисплеї, може бути визначена в розділі *User interface languages* – «Мови інтерфейсу користувача». (див рис. 4.17).

Project language	Languages of device disp..
English (United States) ▼	German
	English
	French
	Spanish
	Italian
	Japanese
	Chinese (simplified)
	Korean
	Russian
	Turkish
	Portuguese (Brazil)

Рисунок 4.17 - Скріншот встановлення характеристик CPU у розділі *User interface languages*

У розділі *Time of day* – «Час доби» (див. рис. 4.18) можна встановити часовий пояс для вбудованого годинника реального часу та активувати перехід на літній час (різниця між літнім та стандартним часом, початок і кінець літнього часу).

Time of day

Local time

Time zone: (UTC) Dublin, Edinburgh, Lisbon, London

Daylight saving time

Activate daylight saving time

Difference between standard and daylight saving time: 60 min

Start of daylight saving time

Last

Sunday

in: Merch

at: 1:00 a.m.

Start of standard time

Last

Sunday

in: October

at: 2:00 a.m.

Рисунок 4.18 - Скріншот встановлення характеристик CPU у розділі *Time of day*

У розділі *Protection* - «Захист» можна захистити програму в центральному процесорі від несанкціонованого доступу: призначити пароль для кожного типу доступу (доступ на читання, повний доступ, доступ до HMI) або повністю заблокувати доступ до CPU (див. рис. 4.19).

Protection & Security

Access level

Select the access level for the PLC.

Access level	Access			Access permi...
	HMI	Read	Write	Password
<input checked="" type="radio"/> Full access (no protection)	✓	✓	✓	
<input type="radio"/> Read access	✓	✓		
<input type="radio"/> HMI access	✓			
<input type="radio"/> No access (complete protection)				

Full access (no protection):  
TIA Portal users and HMI applications will have access to all functions.  
No password is required.

Рисунок 4.19 - Скріншот встановлення характеристик CPU у розділі *Protection*

У розділі *System power supply* - «Електроживлення системи» (див. рис. 4.20) показано баланс потужності першого сегмента живлення в стійці. Якщо ліворуч від центрального процесора є системний модуль живлення, який живить центральний процесор, ставиться галочка в полі *Connection to supply voltage L+* - «Підключення до напруги живлення L+».

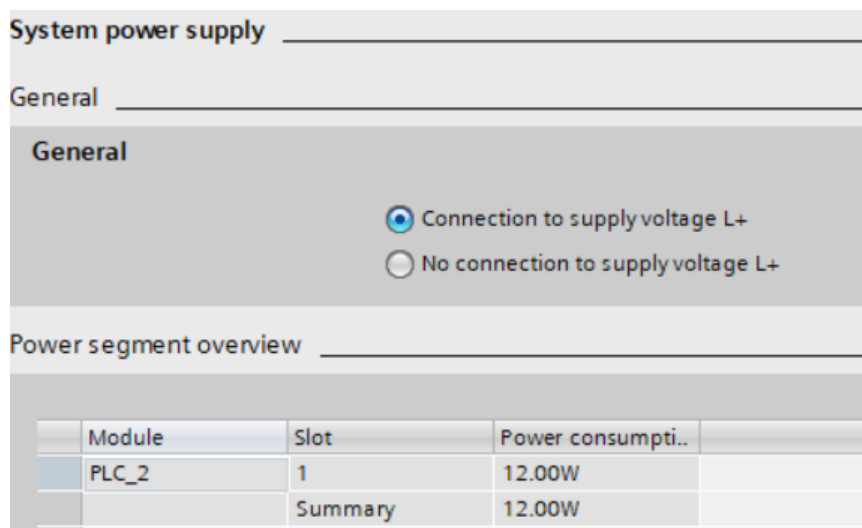


Рисунок 4.20 - Скріншот встановлення характеристик CPU у розділі *System power supply*

У розділі *Connection resources* - «Ресурси з'єднання» (див. рис. 4.21) показано кількість і розподіл зарезервованих і доступних ресурсів для налаштованих з'єднань станції та модулів із можливістю зв'язку на станції.

	Station resources			Module resources
	Reserved		Dynamic	PLC_2 [CPU 1516-3 PN/DP]
	Maximum	Configured	Configured	Configured
Maximum number of resources:	10		118	128
PG communication:	4	-	-	-
HMI communication:	4	0	0	0
S7 communication:	0	-	0	0
Open user communication:	0	-	0	0
Web communication:	2	-	-	-
Other communication:	-	-	0	0
Total resources used:		0	0	0
Available resources:		10	118	128

Рисунок 4.21 - Скріншот встановлення характеристик CPU у розділі *Connection resources*

Призначені входи та виходи відображаються в *Overview of*

*addresses* - «Огляді адрес» (див. рис. 5.22). Відображаються адреси модулів, призначені розділи образу процесу з усіма призначеними організаційними блоками та слоти. Дисплей охоплює модулі, які налаштовані як централізовано, так і децентралізовано через PROFINET і PROFIBUS.

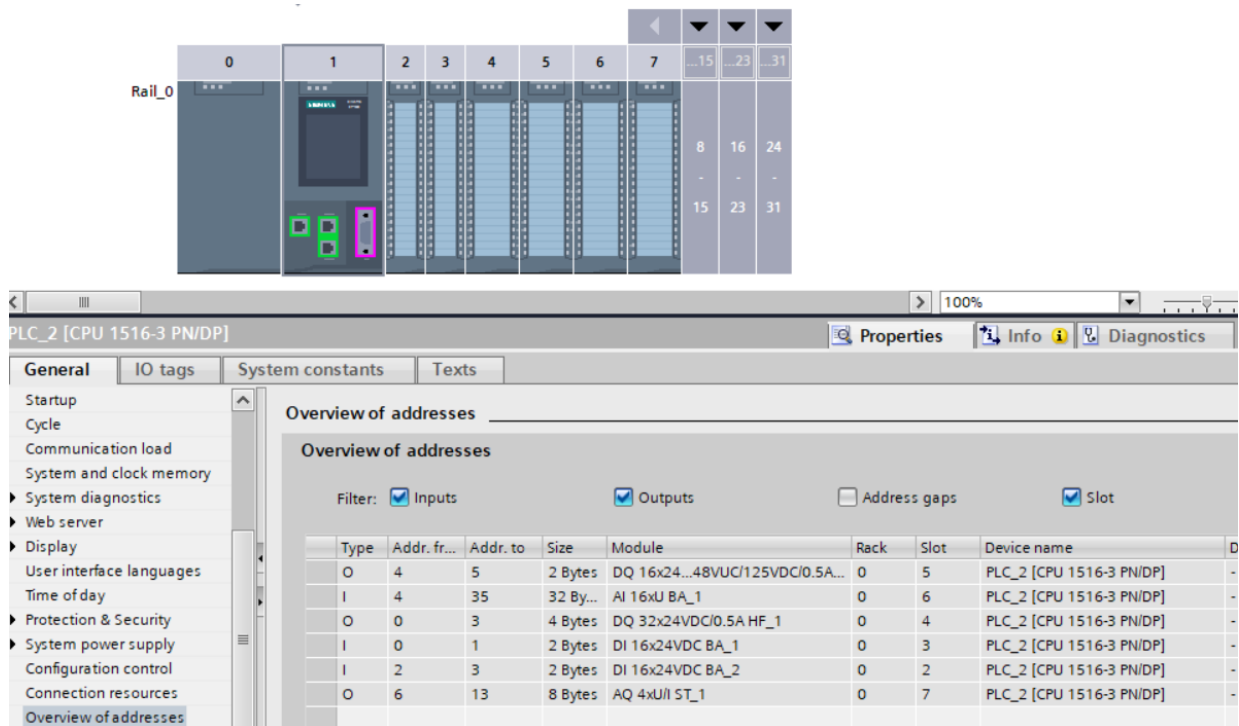


Рисунок 4.22 - Скріншот встановлення характеристик CPU у розділі *Overview of addresses*

#### 4.6.2 Адресація модулів

##### *Адреса слота (географічна адреса)*

Кожен слот на станції ПЛК має фіксовану адресу. Модуль однозначно визначається адресою слота («географічна адреса»). CPU у станції S7-1500 має, наприклад, адресу слота Rack 0, Slot 1.

Якщо на модулі присутні субмодулі інтерфейсу, кожному субмодулю призначається додаткова адреса модуля. Таким чином, кожен двійковий сигнал, кожен аналоговий сигнал і кожне послідовне з'єднання в системі можуть бути адресовані однозначно.

Так саме модулі розподіленого вводу-виводу також мають «географічну» адресу. У цьому випадку номер системи PROFINET IO або головної системи DP і номер станції замінюють номер стійки.

Розташувавши модуль на стойці в апаратній конфігурації, автоматично визначаєте адресу слота. Операційна система процесора потребує адреса слота для явного звернення до певного модуля, наприклад під час параметризації. Адреса слота зазвичай не потрібна в користувальницькій програмі та також не використовується.

I/O addresses (адреси вводу/виводу) необхідні програмі користувача для читання вводів і встановлення виходів. STEP 7 автоматично призначає вхідні та вихідні адреси під час налаштування модулів. Кожен модуль використовує безперервний діапазон вхідних і/або вихідних адрес, що відповідає його обсягу вхідних і вихідних даних (див. рис. 4.23).

Module	Rack	Slot	I address	Q address	Type	Article no.
	0	100				
PS 25W 24VDC_1	0	0			PS 25W 24VDC	6ES7 505-0KA00-0AB0
▶ PLC_1	0	1			CPU 1518-4 PN/DP	6ES7 518-4AP00-0AB0
DI 32x24VDC HF_1	0	2	0...3		DI 32x24VDC HF	6ES7 521-1BL00-0AB0
DQ 8x230VAC/5A ST_1	0	3		0	DQ 8x230VAC/5A ST	6ES7 522-5HF00-0AB0
AI 8xU/I/RTD/TC ST_1	0	4	4...19		AI 8xU/I/RTD/TC ST	6ES7 531-7KF00-0AB0
AQ 4xU/I ST_1	0	5		1...8	AQ 4xU/I ST	6ES7 532-5HD00-0AB0

Рисунок 4.23 - Приклад з адресами вводу/виводу

### Ідентифікатор обладнання

Редактор конфігурації призначає апаратний ідентифікатор кожному об'єкту, включаючи модулі. Це постійне значення, яке користувач не може змінити. За допомогою ідентифікатора апаратного забезпечення можливо звернутися до модуля в програмі користувача, наприклад, коли запитується статус модуля.

Редактор конфігурації призначає однозначний ідентифікатор (*hardware identifier* - «апаратний ідентифікатор») для кожного апаратного об'єкта. Таким чином, наприклад, може бути адресована кожна станція, кожен модуль, кожен інтерфейс або навіть кожна область передачі I-пристрою. Ідентифікатор обладнання вказується у властивостях об'єкта. Це константа і не може бути змінена. Наприклад, апаратний ідентифікатор сигнального модуля не змінюється, якщо змінюються адреси даних користувача (логічні адреси). Виняток: для організаційних блоків значення апаратного ідентифікатора відповідає номеру організаційного блоку та може бути змінено пізніше.

Тип даних апаратного ідентифікатора відповідає типу даних об'єкта, на який посилається. Кожний апаратний ідентифікатор має назву, яку можна змінити у властивостях об'єкта (у розділі «*General*»). Ім'я, значення та тип даних поточних ідентифікаторів апаратного забезпечення перераховані на вкладці *System constants* - «*Системні константи*» таблиці тегів за замовчуванням.

На рис. 4.24 показано приклад адресації модуля. Коли модуль «вставляється» в стійку, редактор конфігурації призначає ім'я (відображається у властивостях об'єкта в розділі «*General*», його можна змінити) і значення (в розділі *Hardware identifier* «Ідентифікатор обладнання», змінити його неможливо). Ім'я та значення вказані на вкладці *System constant* – «*Системні константи*»

таблиці. При зверненні до модуля (у прикладі з системним блоком LOG2GEO) параметр LADDR надається зі значенням або назвою з таблиці системних констант.

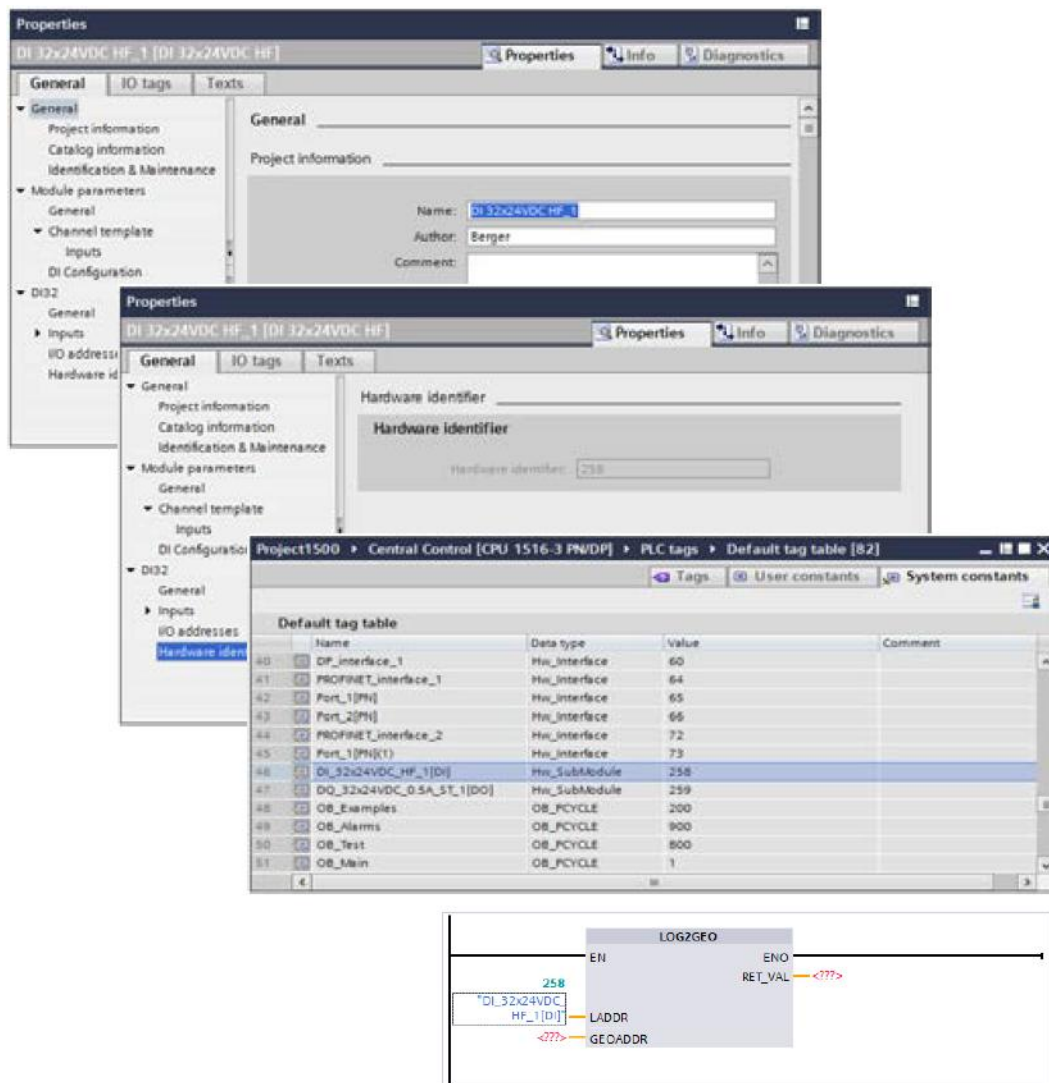


Рисунок 4.24 - Використання апаратного ідентифікатора

Усі апаратні ідентифікатори, що використовуються на станції ПЛК, перераховані в таблиці тегів за замовчуванням на вкладці *System constants* - «Системні константи».

Типи даних апаратного забезпечення стосуються всіх типів даних, які можуть приймати ідентифікатори апаратного забезпечення в таблиці тегів за замовчуванням на вкладці *System constants* - «Системні константи». Апаратний об'єкт адресується в програмі за допомогою ідентифікатора апаратного забезпечення. Тип даних і значення попередньо визначені, ім'я можна змінити у властивостях об'єкта (див. рис. 4.24). На рис. 4.25 показано вкладку *System constants* - «Системні константи» з вибором типів даних апаратного забезпечення.

	Name	Data type	Value	Comment
35	Central_Control[MC]	Hw_SubModule	51	
36	Central_Control[Common]	Hw_SubModule	50	
37	Central_Control[Display]	Hw_SubModule	54	
38	Central_Control[Exec]	Hw_SubModule	52	
39	Central_Control	Hw_SubModule	49	
40	DP_interface_1	Hw_Interface	60	
41	PROFIBUS_interface_1	Hw_Interface	64	
42	Port_1[PN]	Hw_Interface	65	
43	Port_2[PN]	Hw_Interface	66	
44	PROFIBUS_interface_2	Hw_Interface	72	
45	Port_1[PN](1)	Hw_Interface	73	
46	DI_32x24VDC_HF_1[DI]	Hw_SubModule	258	
47	DO_32x24VDC_0.5A_ST_1[DO]	Hw_SubModule	259	
48	OB_Examples	OB_PCYLE	200	
49	OB_Alarms	OB_PCYLE	900	
50	OB_Test	OB_PCYLE	800	
51	OB_Main	OB_PCYLE	1	
52	OB_Main_online	OB_PCYLE	600	
53	OB_Hardware interrupt	OB_HWINT	40	
54	AI_8xU_1_RTD_TC_ST_1[AI]	Hw_SubModule	260	

Рисунок 4.25 - Приклади апаратних типів даних

#### Логічна адреса, адреса даних користувача

Кожен периферійний байт адресується числом, «логічною» адресою. Ця логічна адреса визначає слот, і це відповідає абсолютній адресі. Це також називається *адресою даних користувача*, можливо використовувати цю адресу для доступу до даних користувача модулів вводу/виводу в програмі користувача або через образ процесу (входи I та виходи Q), або безпосередньо на модулях (периферійні входи I:P і периферійні виходи Q:P). Діапазон логічних адрес починається з нуля і закінчується 32 767 для входів і виходів відповідно.

#### Початкова адреса модуля

Початкова адреса модуля — це найменша логічна адреса (дані користувача) модуля; він ідентифікує відносний нульовий байт модуля. Потім наступні байти модуля займають послідовно логічними адресами.

Використовуючи апаратну конфігурацію, визначається позиція адреси даних користувача модуля в адресному об'ємі CPU, вказуючи початкову адресу модуля. Найнижча логічна адреса — це початкова адреса модуля, як для модулів розподіленого вводу-виводу і навіть для віртуальних слотів в інтерфейсі даних користувача інтелектуального пристрою вводу-виводу або інтелектуального веденого пристрою DP.

У деяких випадках для ідентифікації модуля використовується початкова адреса модуля. Хоча, це не має особливого значення.

### Налаштування адрес даних користувачів

Під час конфігурації модулів STEP 7 автоматично призначає початкову адресу модуля, починаючи з нуля. Ви можете побачити цю адресу в таблиці конфігурації в нижній частині робочого вікна або у властивостях вибраного модуля у вікні інспектора в розділі *I/O addresses* - «Адреси вводу/виводу». Можливо змінити автоматично призначену початкову адресу (див. рис. 4.26).

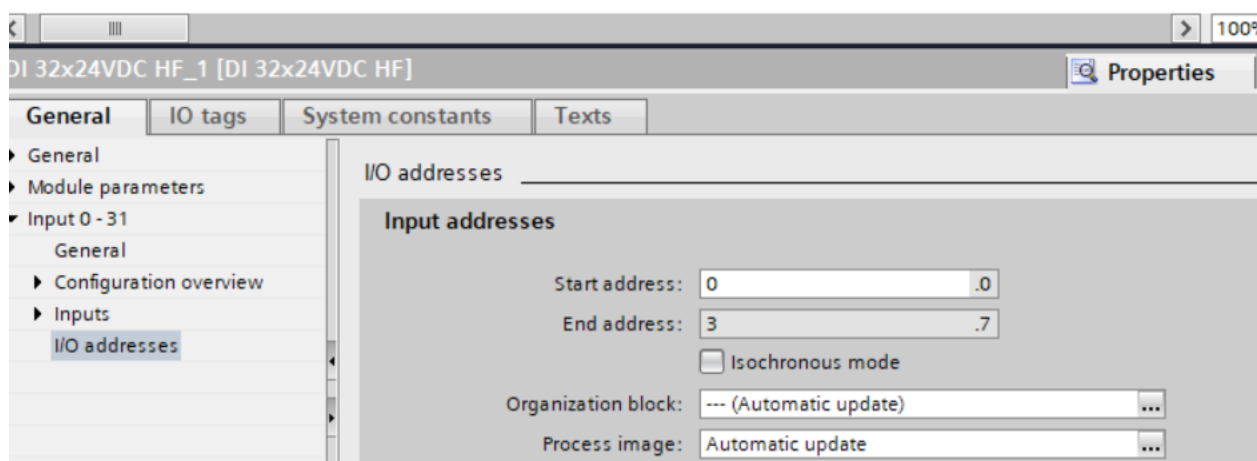


Рисунок 4.26 - Приклад параметризації I/O-адресів модуля цифрового вводу

Логічні адреси окремих модулів – незалежно від того, розташовані вони в центрі чи належать до розподіленого вводу/виводу – не повинні перекриватися. Для модулів вводу та виводу логічні адреси призначаються окремо, щоб вхідний байт міг мати той самий номер, що й вихідний.

Усі входи та виходи модуля мають образ процесу в системній пам'яті центрального процесора. Під час адресації встановлюється спосіб оновлення образу процесу модуля в групі властивостей адрес вводу/виводу (*I/O addresses*). Запис *Automatic update* - «Автоматичне оновлення» означає, що образ процесу цього модуля буде автоматично оновлено перед викликом організаційного блоку OB 1.

Можливо встановити розділ образу процесу та зв'язати його з певним організаційним блоком (ОВ). Потім цей розділ образу процесу буде оновлено під час виклику цього організаційного блоку. Якщо ви не призначаєте організаційний блок, оновлення образу процесу можна ініціювати в програмі користувача за допомогою системних блоків. Якщо ви не призначаєте образ процесу (запис *None*), необхідно звертатися до даних користувача модуля безпосередньо через область операнда вводу/виводу.

#### 4.6.3 Параметрування сигнальних модулів

Щоб параметризувати властивості модуля, обрати модуль у робочому вікні перегляду *Device view* - «Пристрій» і задайте властивості у вікні інспектора на вкладці *General* - «Загальні» (див. рис. 4.27).

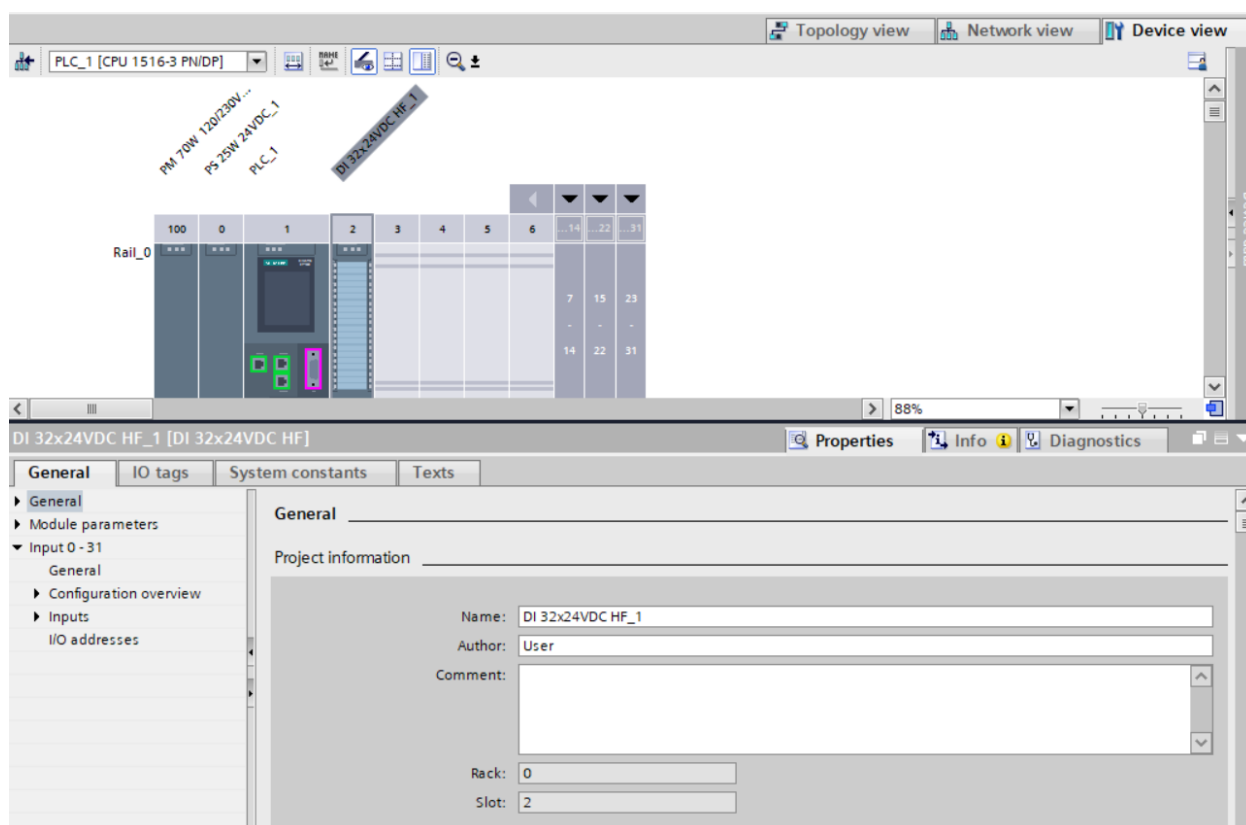


Рисунок 4.27 - Параметрування сигнальних модулів

##### Загальні властивості

У розділі *General* - «Загальні» властивостей обраного модуля можна ввести його ім'я в розділі *Project information* - «Інформація про проект» та визначення розташування в розділі *Identification & Maintenance* - «Ідентифікація та обслуговування» (див. рис. 4.28).

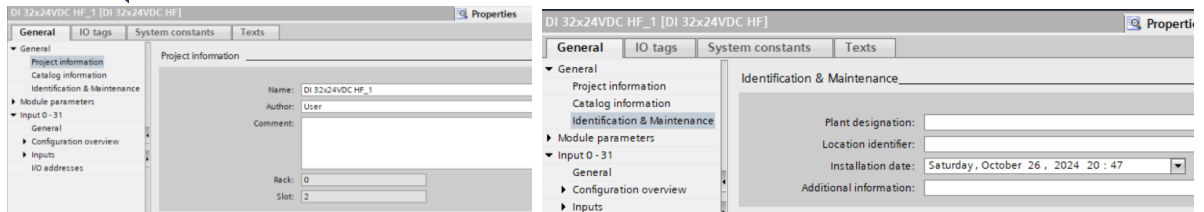


Рисунок 4.28 - Скріншот вікна *General* - «Загальні» Параметрування сигнальних модулів

Конфігурація модулів із багатьма каналами вводу/виводу спрощується за допомогою шаблону *Channel*. За замовчуванням усі канали мають властивості, встановлені в шаблоні каналу. Відхилення від шаблону можна налаштувати індивідуально для відповідного каналу.

У розділі *Module parameters > General* - «Параметри модуля» > «Загальні» налаштовується поведінка під час запуску в розкривному списку *Comparison preset to actual module* - «Порівняння попереднього налаштування з фактичним модулем», якщо фактичний модуль відрізняється від налаштованого модуля: *From CPU* - «з CPU», *Startup CPU only if compatible* - «Запуск CPU, лише якщо він сумісний» або *Startup CPU even if mismatch* - «Запуск CPU, навіть якщо невідповідність».

Для обраних модулів можливо налаштувати *value status* – «статус значення», яке вказує дійсність призначеного сигналу вводу/виводу кожного біту. Статус значення активується в *Module parameters > xx Configuration* - «Параметри модуля > xx Конфігурація» (xx = залежно від типу модуля DI, DQ, AI або AQ).

Початкову адресу модуля, призначення образу процесу та організаційному блоку можливо встановити в *xx > I/O addresses* (xx = залежно від типу модуля DI<sub>n</sub>, DQ<sub>n</sub>, AI<sub>n</sub> або AQ<sub>n</sub>; n = кількість каналів вводу/виводу). Приклад показано на рис. 4.23.

*Hardware identifier* - «Ідентифікатор апаратного забезпечення» показує ідентифікатор апаратного забезпечення для обраного модуля, та вказується на вкладці *Hardware identifier* - «Системні константи» таблиці тегів за замовчуванням редактором конфігурації.

### Модулі цифрового вводу

В застосовуваному модулю цифрового вводу, можна параметризувати додаткові властивості в розділі *DIN > Inputs > Channel* (див. рис. 4.29). Для налаштування параметрів, необхідно обрати *Manual* - «Вручну» в розділі *Parameter settings* «Налаштування параметрів».

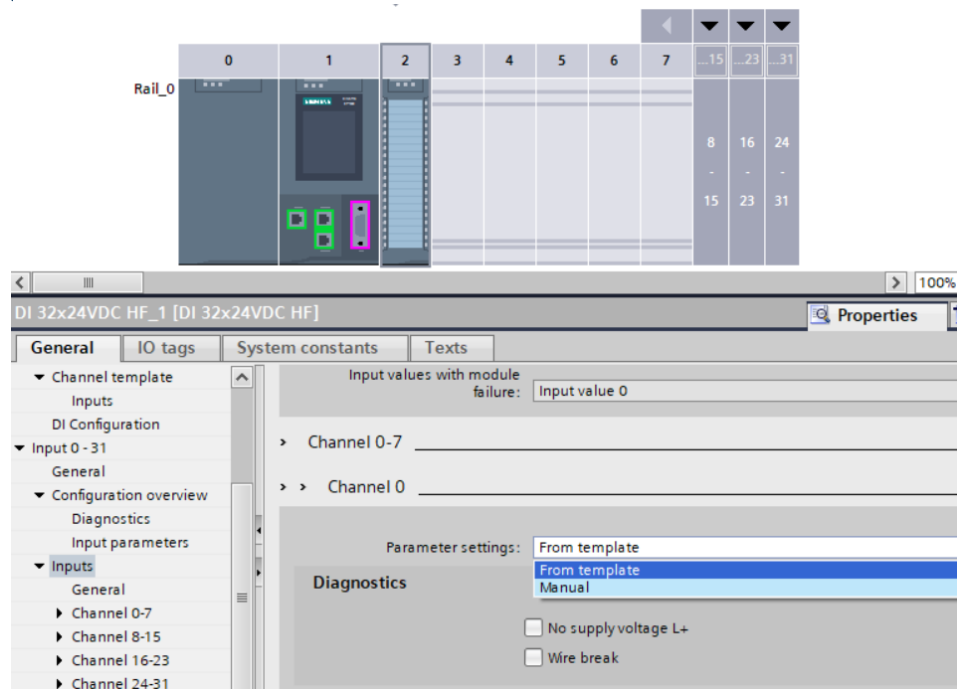


Рисунок 4.29 - Параметризація додаткових властивостей в розділі *DIN > Inputs > Channel*

У полі *Diagnostics* - «Діагностика» активуються події події (*No supply voltage L+* -немає напруги живлення *L+*, *Wire break* - обрив дроту), які призводять до надсилання діагностичного тривоги, коли вони відбуваються, напр. до буфера діагностики (див. рис. 4.30).

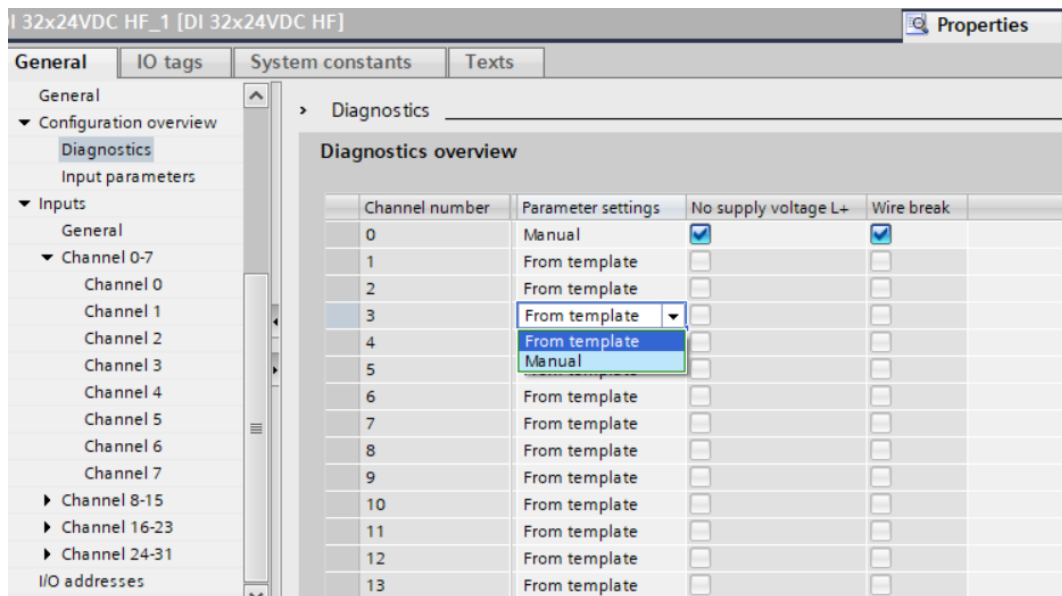


Рисунок 4.30 – Скріншот поля *Diagnostics*

Затримку вводу можна встановити в полі *Input parameters* - «Вхідні параметри». Чим довша вхідна затримка, тим більш стійкий вхідний сигнал до високочастотних сигналів перешкод. Однак це також

збільшує період, поки модуль не розпізнає зміну вхідного сигналу (див. рис. 4.31).

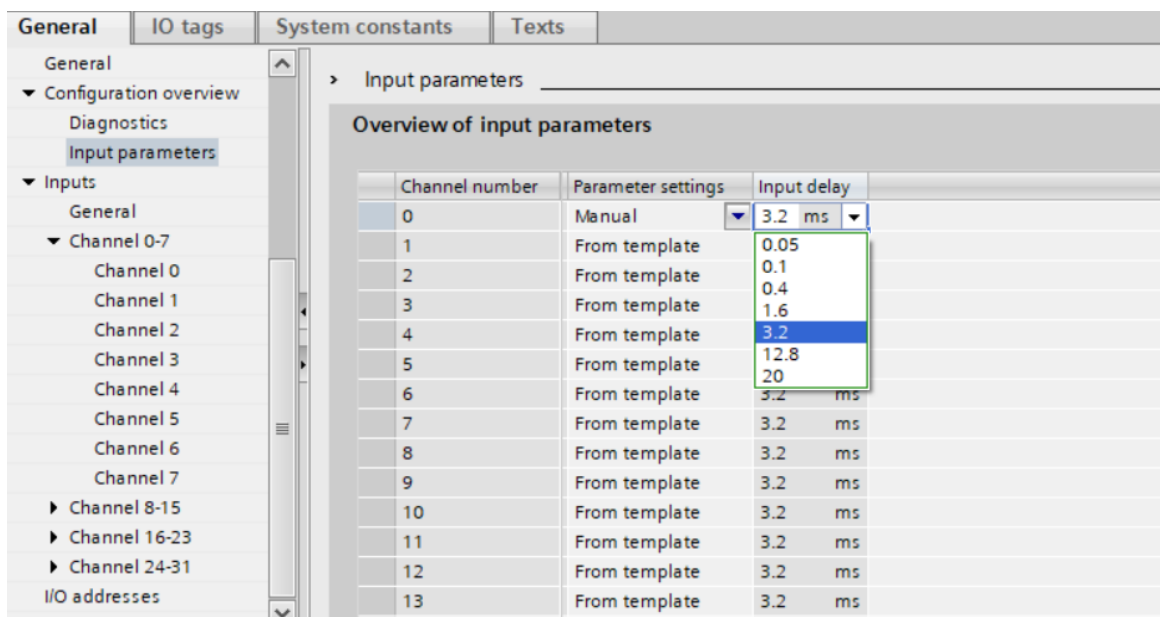


Рисунок 4.31 – Скріншот поля *Input parameters*

Поле *Hardware interrupts* – «Апаратні переривання» містить призначення апаратного переривання зміні стану вхідного сигналу. Кожному фронту сигналу можна призначити організаційний блок апаратних переривань і вказати пріоритет його обробки.

#### Модулі цифрового виводу

В застосовуваному модулю цифрового виводу можливо параметризувати додаткові властивості в розділі *DQn > Outputs > Channel* (див. рис. 4.32).

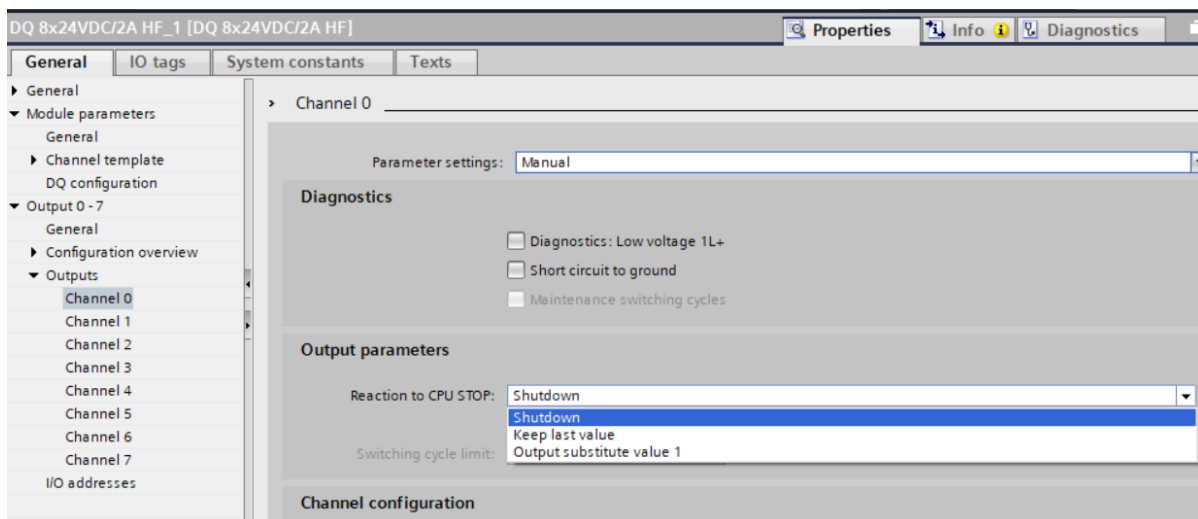


Рисунок 4.32 – Приклад параметризації цифрового вихідного каналу

У полі *Channel group diagnostics* - «Діагностика групи каналів» або в полі *Diagnostics* - «Діагностика» активуються події (*No supply voltage L+* - «немає напруги живлення L+», *Short circuit to ground* – «коротке замикання на землю»), які спричиняють надсилання діагностичного тривоги, коли вони відбуваються, напр. до буфера діагностики.

У полі *Output parameter* - «Вихідний параметр» є запис із шаблону каналу, якщо для параметра *Parameter* - «Параметр» встановлено значення *From template* - «З шаблону». Якщо ви встановлюєте налаштування параметра вручну, ви можете вибрати реакцію вихідного каналу під час переходу в робочий стан STOP зі списку: *Shutdown* – «Вимкнення», *Keep last value* – «Зберегти останнє значення» або *Output substitute value 1* – «Вихідне значення встановити 1».

*Адресація входу або виходу цифрових модулів.* Адреса входу або виходу цифрового модуля складається з байтової адреси та бітової адреси. Каналам цифрового модуля призначаються бітові адреси.

Коли вставляється цифровий модуль у вільний слот, STEP 7 призначає адресу за замовчуванням (див. рис. 4.33). Можливо змінити запропоновану адресу за замовчуванням як зображено на рисунку 4.26.

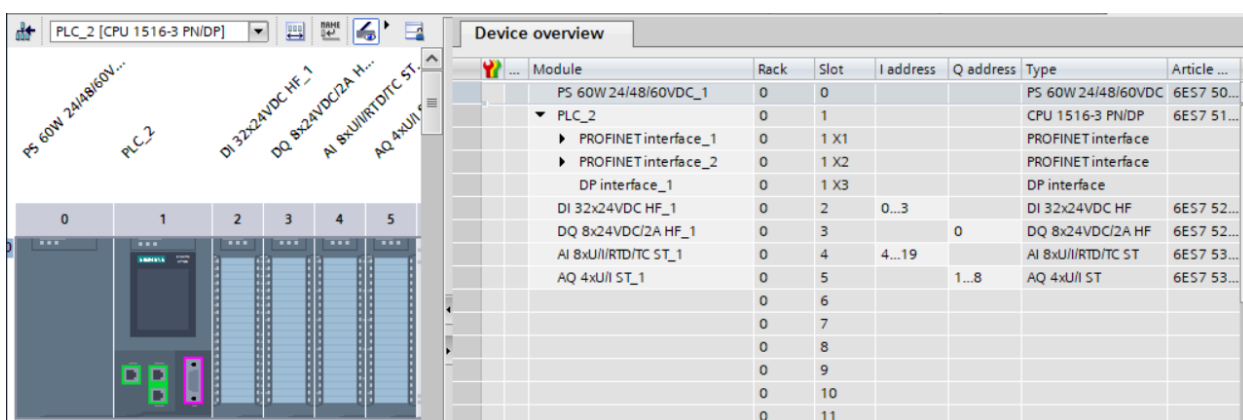


Рисунок 4.33 – Призначені адреса сигнальних модулів у вкладці *Device overview*

Приклад призначення адрес каналу (цифровий модуль)

На рисунку 4.34 показано, як визначаються адреси окремих каналів модуля цифрового вводу або виводу.

*Ідентифікатор обладнання.* STEP 7 автоматично призначає апаратний ідентифікатор (HW identifier) для ідентифікації та адресації модулів і підмодулів. Ідентифікатор HW використовується, наприклад, для діагностичних сигналів тривоги або для інструкцій, щоб ідентифікувати несправний модуль або адресований модуль.

Вкладка *System constants* - «Системні константи» (див. 4.6.2.

Адресація модулів) містить усі ідентифікатори обладнання та їх символічні назви (ідентифікатора HW) для вибраного модуля.

Ідентифікатори HW та імена всіх модулів пристрою також доступні в таблиці тегів за замовчуванням на вкладці *System constants* - «Системні константи». (див. рис. 4.35)

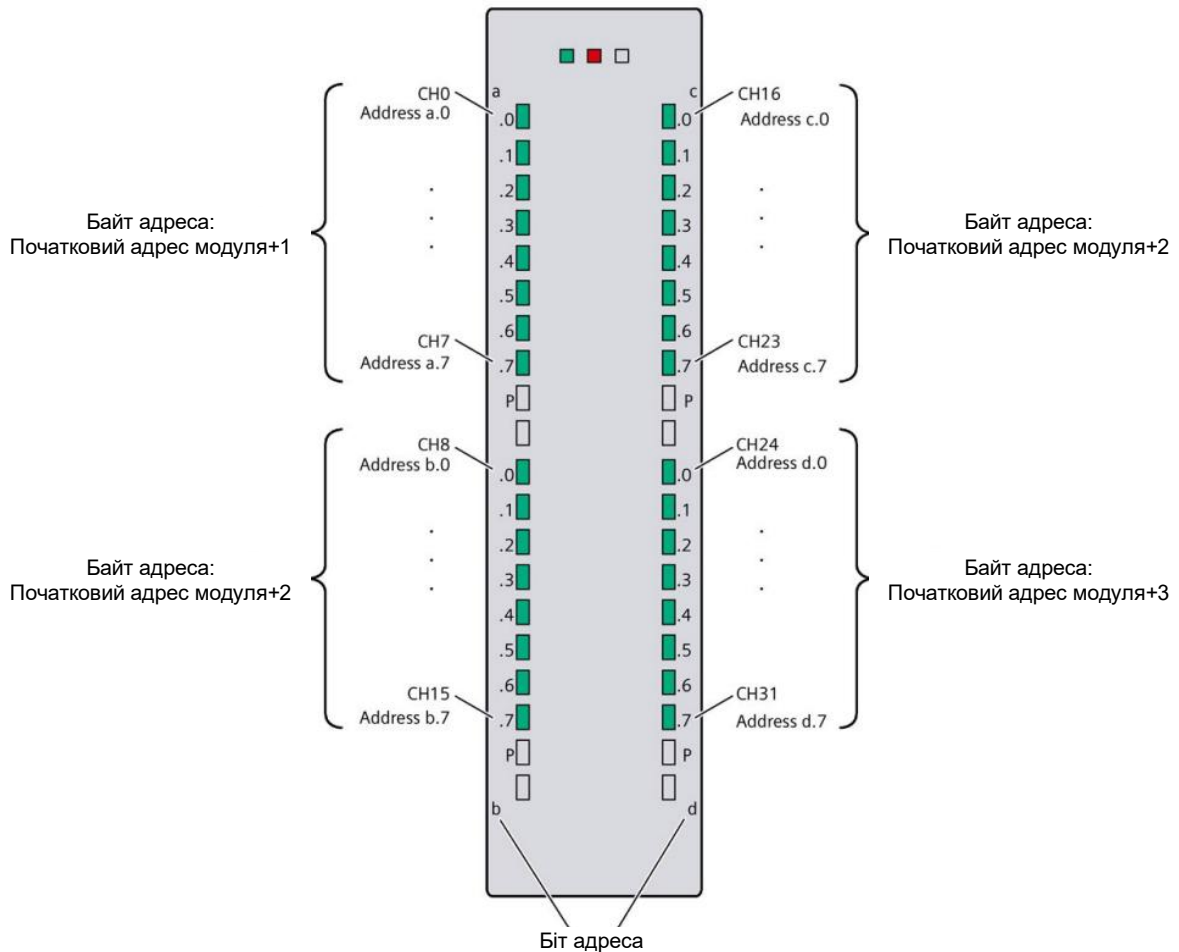


Рисунок 4.34 - Приклад призначення адрес каналу (цифровий модуль)

Name	Data type	Value	Comment
40 Local-Exec	Hw_SubModule	52	
41 Local	Hw_SubModule	49	
42 Local-DP_interface_1	Hw_Interface	60	
43 Local-PROFINET_interface_1	Hw_Interface	64	
44 Local-PROFINET_interface_1-Port_1	Hw_Interface	65	
45 Local-PROFINET_interface_1-Port_2	Hw_Interface	66	
46 Local-PROFINET_interface_2	Hw_Interface	72	
47 Local-PROFINET_interface_2-Port_1	Hw_Interface	73	
48 OB_Main	OB_PCYCLE	1	
49 Local-PS_60W_24_48_60VDC_1	Hw_SubModule	257	
50 Local-DI_32x24VDC_HF_1	Hw_SubModule	258	
51 Local-DQ_8x24VDC_2A_HF_1	Hw_SubModule	259	
52 Local-AI_8xU_1RTD_TC_ST_1	Hw_SubModule	260	
53 Local-AO_4xU_1ST_1	Hw_SubModule	261	

Рисунок 4.35 - Приклад таблиці тегів за замовчуванням на вкладці *System constants*

### Модулі аналогового вводу

В застосовуваному модулі аналогового вводу можливо параметризувати додаткові властивості в розділі *AIn > Inputs > Channel*. Щоб налаштувати параметри, виберіть *Manual* - «Вручну» в розділі *Parameter settings* «Налаштування параметрів».

У полі «Діагностика» активуйте події (*No supply voltage L+* - «немає напруги живлення L+», *Overflow* - «переповнення», *Underflow* - «недостатнє переповнення», *Common mode error* - «помилка загального режиму», «*Reference junctions*» - «опорні з'єднання (вузли)», *Wire break* - «обрив дроту»), які спричиняють надсилання діагностичного тривоги, коли вони виникають, наприклад до буфера діагностики.

У полі *Measuring* - «Вимірювання» встановлюється тип вимірювання за уніфікованим сигналом по напрузі або струму (наприклад, *Voltage* (напруга), *Current* (струм), *Resistor* (резистор), *Thermocouple* (термопара)) та відповідні параметри (див.рис. 4.36).

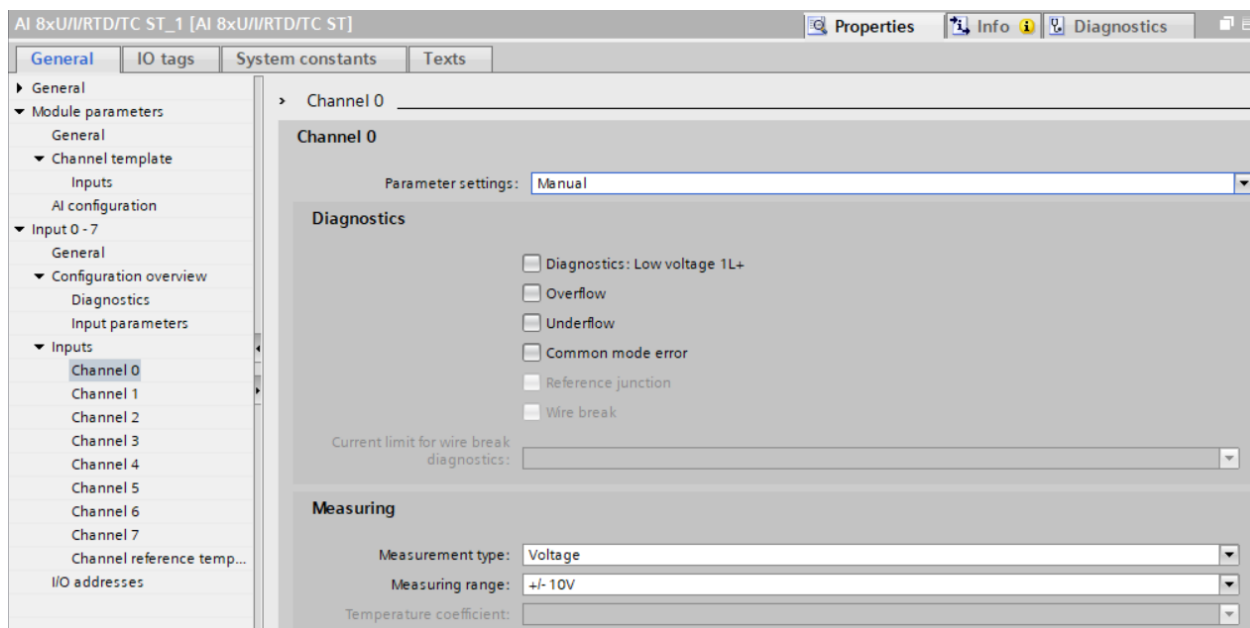


Рисунок 4.36 - Приклад параметризації аналогового вхідного каналу (діагностика, тип вимірювання)

Поле *Hardware interrupts* - «Апаратні переривання» містить призначення апаратного переривання порушенню ліміту вхідного сигналу (перевищення або недосягнення двох конфігурованих лімітів). Кожному порушенню ліміту можливо призначити організаційний блок апаратних переривань і вказати пріоритет його обробки.

### Модулі аналогового виводу

В застосовуваному модулі аналогового виводу можливо параметризувати додаткові властивості в розділі *AIn > Outputs >*

*Channel*. Щоб налаштувати параметри, обертається *Manual* - «Вручну» в розділі *Parameter settings* - «Налаштування параметрів» (див. рис. 4.38).

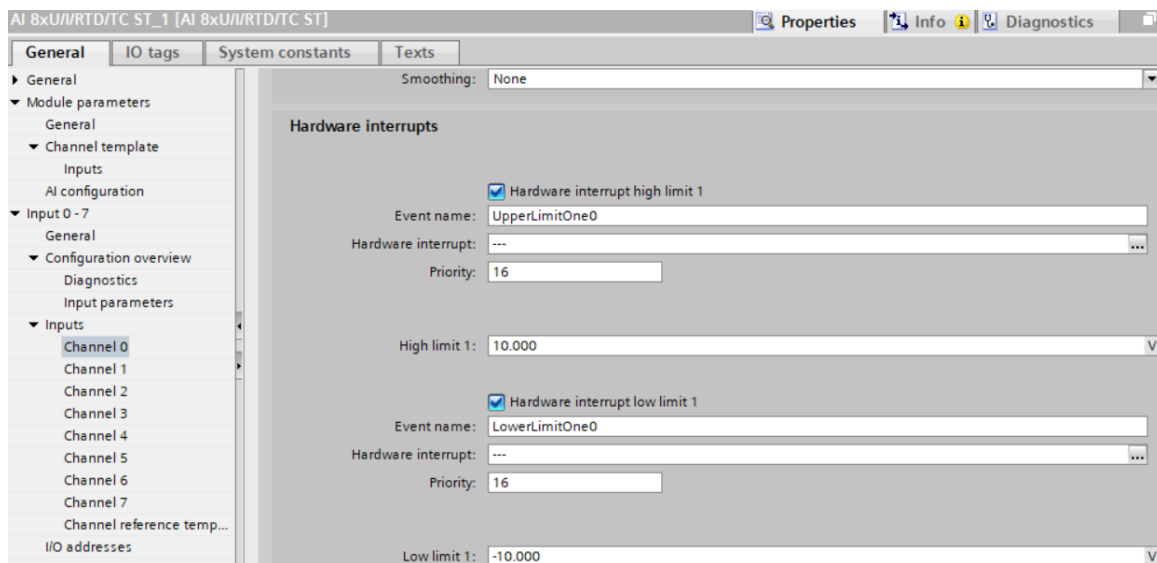


Рисунок 4.37 - Приклад параметризації аналогового вхідного каналу у полі *Hardware interrupts* за уніфікованим сигналом по напрузі +/-10В

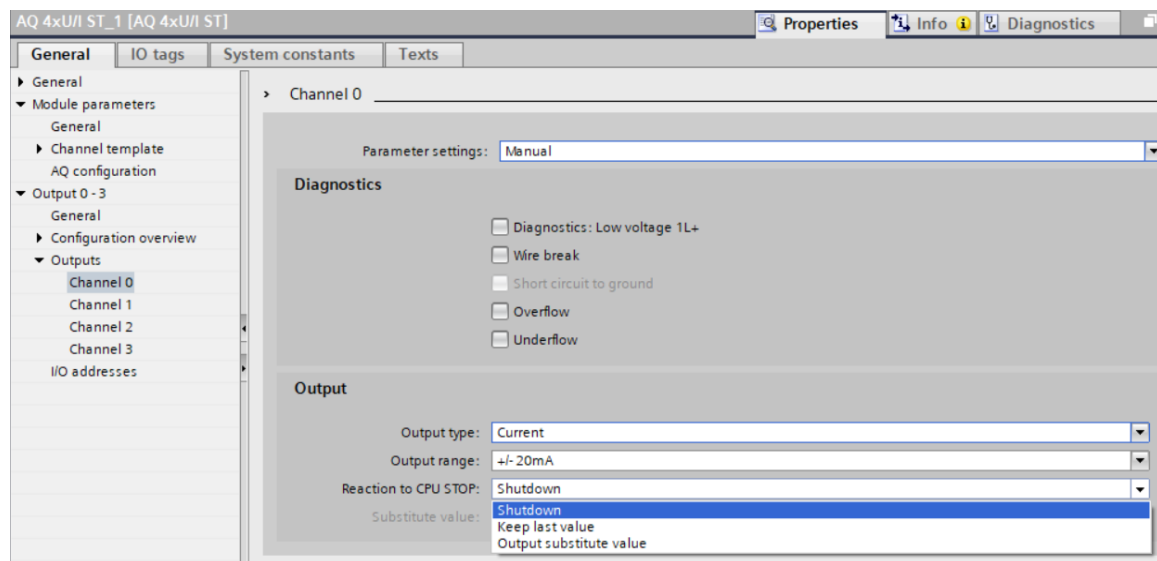


Рисунок 4.38 - Приклад параметризації аналогового вихідного каналу

У полі *Diagnostics* - «Діагностика» активуються події (*No supply voltage L+* - «немає напруги живлення L+», *Wire break* – «обрив дроту», *Short circuit to ground* – «коротке замикання на землю», *Overflow* - «переповнення», *Underflow* – «недостатнє переповнення»), які спричиняють надсилання діагностичного тривоги, коли вони виникають, наприклад до буфера діагностики.

У полі *Output* – «Вихід» становлюється тип вимірювання

(*Deactivated*, - «Деактивовано», *Voltage*, - «Напруга», *Current* – «Струм») і відповідні параметри, а також реакцію вихідного каналу при переході в робочий стан STOP (*Shutdown* – «Вимкнута», *Keep last value* – «Зберегти останнє значення» або *Output substitute value* – «Замінити вихідне значення»).

Адресація аналогових модулів. Адреса аналогового каналу завжди є адресою слова. Адреса каналу залежить від початкової адреси модуля. STEP 7 автоматично призначає адреси каналів під час налаштування. На основі початкової адреси модулів STEP 7 призначає адреси каналів у зростаючій послідовності (початкова адреса модуля дорівнює 256).

На наступному рисунку 4.39 показано, як визначаються адреси окремих каналів аналогового модуля виводу, коли модуль має початкову адресу 256.

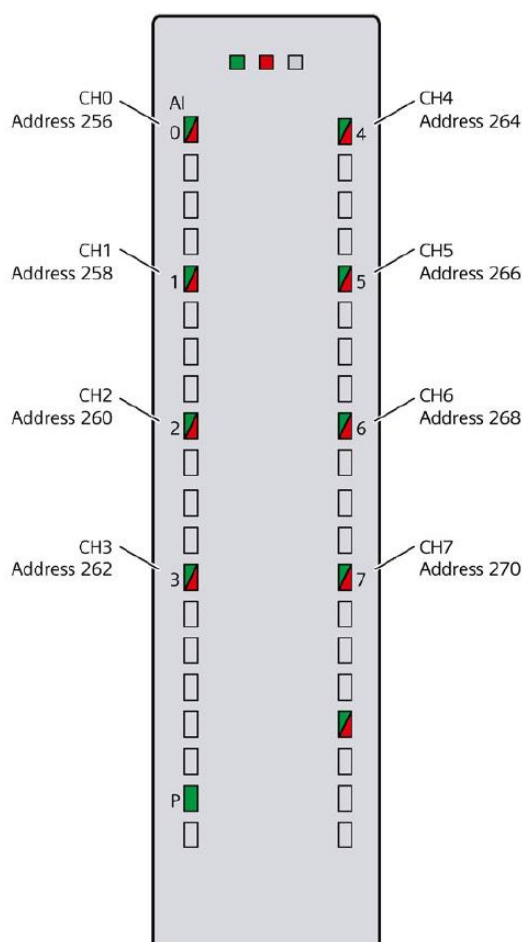


Рисунок 4.39 - Приклад призначення адресу каналу (аналоговий модуль)

При розташуванні аналогового модуля у вільний слот, STEP 7 призначає адресу за замовчуванням. Можливо змінити призначену адресу за замовчуванням (див. рис. 4.40).

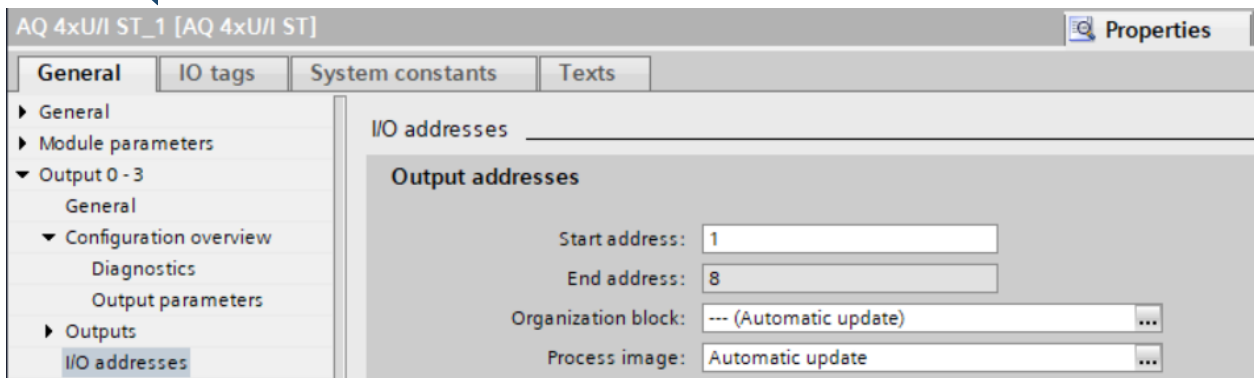


Рисунок 4.40 - Заміна призначену адресу за замовчуванням

### Завдання виконання практичної роботи

Варіанти індивідуальних завдань для практичної роботи наведено у таблиці 4.1 та 4.1.

Номер варіанта відповідає порядковому номеру студента у журналі групи.

Завдання містить вимоги до центральної станції.

Під час виконання роботи необхідно задовольнити такі вимоги:

1. Процесорні модулі повинні відповідати вимогам до комунікацій.
2. При виборі сигнальних модулів обґрунтувати типи модулів з урахуванням напруги, навантажувальних здібностей та типів з'єднання із зовнішніми пристроями (групування каналів, кількість точок з'єднання, опір навантаження).

3. При виборі комунікаційних процесорів необхідно звернути увагу на тип мережі, підтримувані ним комунікаційні функції, а також пристрої, з якими цей процесор може взаємодіяти.

У звіті необхідно подати:

1. Завдання (варіант).
2. Обґрунтування вибору стоек та модулів.
3. Скріншот вікна конфігурації станції Device Overview або його друкований варіант.
4. Файл конфігурації станції.

Таблиця 4.1 - Варіанти індивідуальних завдань– вхідні сигнали

Варіант	Центральна стойка									
	Дискретні вхідні		Аналогові вхідні							Communi- cation
	24V DC	120/2 30VA C	Volta ge/шт	Current/шт	Resistor (4 wire)/ шт	Thermo couple	Current/ шт	Resistan ce/шт	RTD thermal resistor (lin.)/шт.	
1	18	6	+/- 10V/2	(2-wire transducer)/ 2	600 Ом/2	TC-I Type K	+/- 20mA/2	600 Ом/2	Pt100 climatic/2	PROFIN ET, PtP
2	12	8	+/-1V/ 3	(4-wire transducer) 4...20mA/2	300 Ом/2	TC-I Type L	4...20m A/3	6 кОм/2	Pt100 standart/2	PROFIN ET, PtP

Продовження таблиці 4.1

Варіант	Центральна стойка									
	Дискретні вхідні		Аналогові вхідні 12bit				Аналогові вхідні 13bit			Communication PROFINET, Profibus
	24V DC	120/230VAC	Voltage/шт	Current/шт	Resistor (4 wire)/шт	Thermo couple	Current/шт	Resistance/шт	RTD thermal resistor (lin.)/шт.	
3	20	6	1...5 V/4	(2-wire transducer)/3	150 Ом/2	TC-I Type J	0...20mA/2	600 Ом/3	Ni100 standart/3	PROFINET, Profibus
4	11	5	*/-5V/3	(4-wire transducer) +/-20mA/3	600 Ом/3	TC-I Type E	+/-20mA/3	6 кОм/3	Ni1000 standart/2	PROFINET, Profibus
5	15	5	+/-10V/2	(2-wire transducer)/2	300 Ом/3	TC-I Type N	4...20mA/3	600 Ом/2	LG-Ni1000 standart/2	PROFINET, MPI
6	8	10	+/-1V/3	(4-wire transducer)0...20mA/2	150 Ом/2	TC-E Type K	0...20mA/2	6 кОм/2	KTY84/130 silicon temperature	PROFINET, Profibus
7	6	10	1...5 V/4	(2-wire transducer)/3	600 Ом/2	TC-E Type L	+/-20mA/2	600 Ом/3	Pt100 climatic/2	PROFINET, Profibus
8	11	8	*/-5V/3	(4-wire transducer)0...20mA/3	300 Ом/2	TC-E Type J	4...20mA/3	6 кОм/3	Pt100 standart/2	PROFINET, PtP
9	16	10	+/-10V/2	(2-wire transducer)/2	150 Ом/2	TC-E Type E	0...20mA/2	600 Ом/2	Ni100 standart/3	PROFINET, MPI
10	14	12	+/-1V/3	(4-wire transducer)4...20mA/2	600 Ом/3	TC-E Type N	+/-20mA/3	6 кОм/2	Ni1000 standart/2	PROFINET, MPI
11	25	5	1...5 V/4	(2-wire transducer)/3	300 Ом/3	TC-IL Type K	4...20mA/3	600 Ом/3	LG-Ni1000 standart/2	PROFINET, PtP
12	10	20	*/-5V/3	(4-wire transducer)4...20mA/3	150 Ом/2	TC-IL Type L	0...20mA/2	6 кОм/3	KTY84/130 silicon temperature sensor	PROFINET, Profibus
13	15	4	+/-10V/2	(2-wire transducer)/2	600 Ом/2	TC-IL Type J	+/-20mA/2	600 Ом/2	Pt100 climatic/2	PROFINET, Profibus
14	17	25	+/-1V/3	(4-wire transducer) +/-20mA/2	300 Ом/2	TC-IL Type E	4...20mA/3	6 кОм/2	Pt100 standart/2	
15	16	6	1...5 V/4	(2-wire transducer)/3	150 Ом/2	TC-IL Type N	0...20mA/2	600 Ом/3	Ni100 standart/3	PROFINET, Profibus
16	13	11	*/-5V/3	(4-wire transducer) +/-20mA/3	600 Ом/3	TC-EL Type K	+/-20mA/3	6 кОм/3	Ni1000 standart/2	PROFINET, PtP
17	9	15	+/-10V/2	(2-wire transducer)/2	300 Ом/3	TC-EL Type L	4...20mA/3	600 Ом/2	LG-Ni1000 standart/2	PROFINET, MPI
18	8	14	+/-1V/4	(4-wire transducer)0...20mA/2	150 Ом/2	TC-EL Type J	0...20mA/2	6 кОм/2	KTY84/130 silicon temperature	PROFINET, Profibus
19	21	4	1...5 V/4	(2-wire transducer)/3	600 Ом/2	TC-EL Type E	+/-20mA/2	600 Ом/3	Pt100 climatic/2	PROFINET, PtP

Продовження таблиці 4.1

Варіант	Центральна стойка									
	Дискретні вхідні		Аналогові вхідні 12bit				Аналогові вхідні 13bit			Communication PROFINET, Profibus
	24V DC	120/230VAC	Voltage/шт	Current/шт	Resistor (4 wire)/шт	Thermocouple	Current/шт	Resistance/шт	RTD thermal resistor (lin.)/шт.	
20	11	11	*/-5V/3	(4-wire transducer) 4...20mA /3	300 Ом/2	TC-EL Type N	4...20mA/3	6 кОм/3	Pt100 standart/2	PROFINET, MPI
21	12	6	+/-10V/2	(2-wire transducer)/2	150 Ом/2	TC-E Type K	0...20mA/2	600 Ом/2	Ni100 standart/3	PROFINET, PtP
22	5	15	+/-1V/4	(4-wire transducer) 4...20mA /2	600 Ом/3	TC-E Type L	+/-20mA/3	6 кОм/2	Ni1000 standart/2	PROFINET, PtP
23	7	32	1...5V/4	(2-wire transducer)/3	300 Ом/3	TC-E Type J	4...20mA/3	600 Ом/3	LG-Ni1000 standart/2	PROFINET, PtP
24	32	12	*/-5V/3	(4-wire transducer) +/-20mA/3	150 Ом/2	TC-E Type E	0...20mA/2	6 кОм/3	KTY84/130 silicon temperature	PROFINET, MPI
26	10	8	+/-1V/4	(4-wire transducer) 0...20mA/2	300 Ом/2	TC-I Type K	4...20mA/3	6 кОм/2	Pt100 standart/2	PROFINET, MPI
27	12	9	1...5V/4	(2-wire transducer)/3	150 Ом/2	TC-I Type L	0...20mA/2	600 Ом/3	Ni100 standart/3	PROFINET, PtP
28	13	10	*/-5V/3	(4-wire transducer) +/-20mA/3	600 Ом/3	TC-I Type J	+/-20mA/3	6 кОм/3	Ni1000 standart/2	PROFINET, MPI
29	14	11	*/-5V/3	(2-wire transducer)/2	300 Ом/3	TC-I Type E	4...20mA/3	600 Ом/2	LG-Ni1000 standart/2	PROFINET, Profibus
30	16	6	1...5V/4	(2-wire transducer)/3	150 Ом/2	TC-IL Type N	0...20mA/2	600 Ом/3	Ni100 standart/3	PROFINET, Profibus

Таблиця 4.2 - Варіанти індивідуальних завдань - вихідні сигнали

Варіант	Центральна стойка									
	Дискретні вихідні							Аналогові вихідні		
	24VDC/0,5A	24VDC/2A	120/230VAC/1A	120/230VAC/1A	120/230VAC/2A	120/230VAC/4A	120/230VAC Relay	Current /шт	Voltage /шт	
1	8	6	-	-	-	-	-	+/- 20mA/2	1...5V/2	
2	12	-	8	-	-	-	-	4...20mA/3	0...10V/2	
3	-	20	-	6	-	-	-	0...20mA/2	+/-10V/2	
4	11	-	-	-	5	-	-	+/- 20mA/3	1...5V/3	
5	-	15	-	-	-	5	-	4...20mA/3	0...10V/3	
6	8	-	-	-	-	-	10	0...20mA/2	+/-10V/3	
7	6	-	10	-	-	-	-	+/- 20mA/2	1...5V/2	

Продовження таблиці 4.2

Варіант	Центральна стойка								
	Дискретні вихідні							Аналогові вихідні 12bit	
	24VDC/ 0,5A	24VDC/ 2A	120/230 VAC/1A	120/230 VAC/1A	120/230 VAC/2A	120/230 VAC/4A	120/230 VAC Relay	Current /шт	Voltage /шт
8		8		11				4...20mA/3	0...10V/2
9	16						10	0...20mA/2	+/-10V/2
10		12				14		+/- 20mA/3	1...5V/3
11		5	25					4...20mA/3	0...10V/3
12	10			20				0...20mA/2	+/-10V/3
13	15						4	+/- 20mA/2	1...5V/2
14	17		25					4...20mA/3	0...10V/2
15		6		16				0...20mA/2	+/-10V/2
16		11			13			+/- 20mA/3	1...5V/3
17		15				9		4...20mA/3	0...10V/3
18	8		14					0...20mA/2	+/-10V/3
19	21						4	+/- 20mA/2	1...5V/2
20		11	11					4...20mA/3	0...10V/2
21	12						6	0...20mA/2	+/-10V/2
22	5			15				+/- 20mA/3	1...5V/3
23	32					7		4...20mA/3	0...10V/3
24		12	32					0...20mA/2	+/-10V/3
25		7			19			+/- 20mA/2	1...5V/2
26	10			8				4...20mA/3	0...10V/2
27	12				9			0...20mA/2	+/-10V/2
28		10	13					+/- 20mA/3	1...5V/3
29	14				11			4...20mA/3	0...10V/3
30	7	7						+/- 20mA/2	+/-10V/3



## ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

### КОНФІГУВАННЯ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ ПЕРИФЕРІЇ СТАНЦІЇ SIMATIC S7 300/400 У МЕРЕЖІ PROFIBUS

*Мета роботи:* освоїти методику та прийоми конфігурування та параметрування децентралізованої периферії станції Simatic S7 300/400 в мережі PROFIBUS-DP.

#### **5.1 Правила конфігурування децентралізованої периферії**

Децентралізована периферія конфігурується у наступній послідовності:

1. У першому етапі створюється мережева структура. Мережева структура є верхнім рівнем організації системи, тому інтерактивний діалог, у якому згодом здійснюватиметься формування нижнього рівня апаратури, проводиться з урахуванням кінцевої мети конфігурації. Саме така послідовність забезпечує правильний вибір модуля центрального процесора та модулів для організації інтерфейсів.

2. На наступному етапі з використанням інтерактивного діалогу вибираються центральний процесорний модуль та засоби комунікації, а також встановлюються властивості та параметри підмереж.

3. Робота завершується встановленням необхідних сигнальних та технологічних модулів у вузлах мережі.

При конфігуруванні розподіленої периферії слід враховувати такі правила:

1. Усі абоненти підмережі повинні мати унікальні адреси. При цьому слід враховувати, що кількість абонентів у мережі MPI має бути не більше ніж 32, у мережі PROFIBUS – до 126, а в Industrial Ethernet – до 1024.

2. При установці модуля процесора CPU йому за умовчанням надається адреса "2". Так як цю адресу можна використовувати лише один раз, у разі застосування кількох CPU необхідно буде змінювати встановлену за умовчанням адресу.

3. При призначенні адрес MPI/DP адреса "0" резервується для програматора, адреса "1" – для панелі оператора.

Для відображення мережної конфігурації NetPro використовуються спеціальні графічні засоби мови конфігурування - символи.

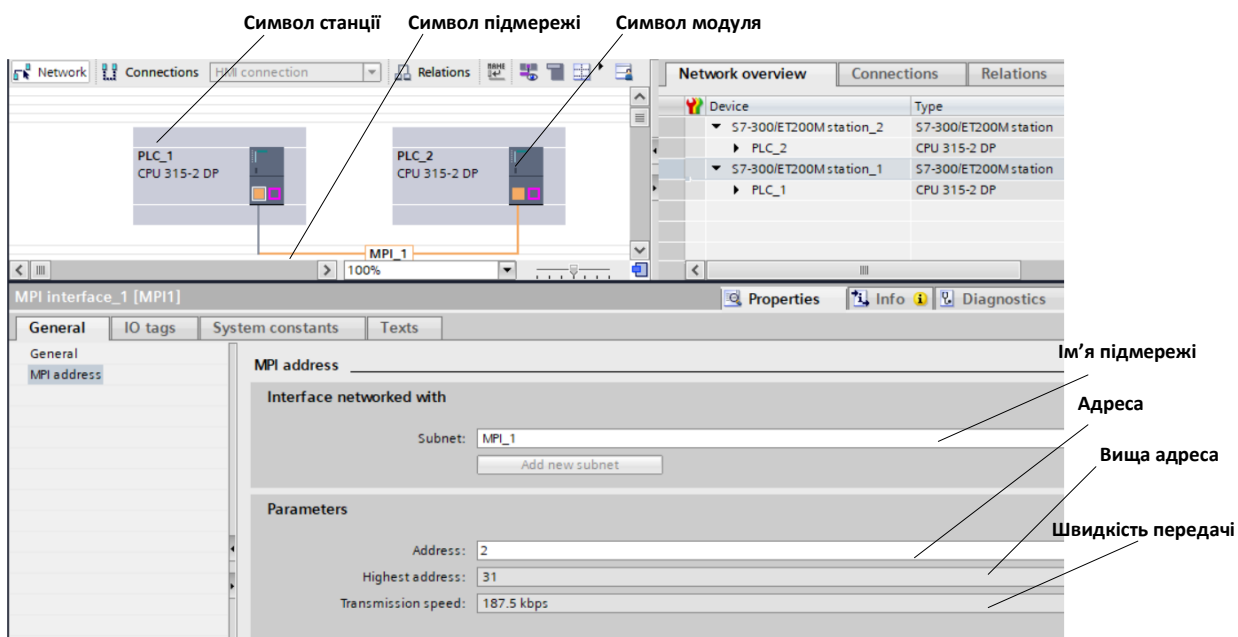
Призначення символів показано рисунку 5.1 (з прикладу мережі MPI).

Символи є елементами керування. При подвійному натисканні лівої кнопки миші по вибраному символу відбувається наступне:

- символ станції запускає програму для конфігурування станції;
- символ підключення до мережі відкриває вікно завдання

властивостей інтерфейсу;

- символ модуля відкриває вікно встановлення параметрів модуля.



*Рисунок 5.1 – Розташування основних символів графічного відображення на прикладі мережі MPI*

Зазвичай завдання проектування розподіленої периферії зводиться до забезпечення необхідної організації системи управління та необхідної швидкості передачі даних у підмережах, визначення кількості та типів підмереж, а також формування адресного простору.

Як приклад мережевої структури рисунку 5.2 показана система, що складається з інженерної станції ES/OS і активної центральної станції AS, які з'єднані між собою трьома типами інтерфейсів. При цьому центральна станція підтримує дві майстер-системи розподіленої периферії PROFIBUS-DP.

Для забезпечення працездатності системи центральна станція AS має модуль центрального процесора CPU 416-2 DP з вбудованим інтерфейсом MPI/DP, а також трьома комунікаційними процесорами CP. Один із CP забезпечує зв'язок з інформаційною системою підприємства Industrial Ethernet, а два інших підтримують дві підмережі PROFIBUS з різними профілями налаштувань – DP та Standard.

Профіль DP – це система налаштування параметрів, яку доцільно використовувати в мономайстерних системах з еквідистантним циклом шини, а профіль Standard застосовується зазвичай для роботи з мультипроцесорними системами, що вимагають узгодження швидкодії через різну тривалість процесів обробки даних.

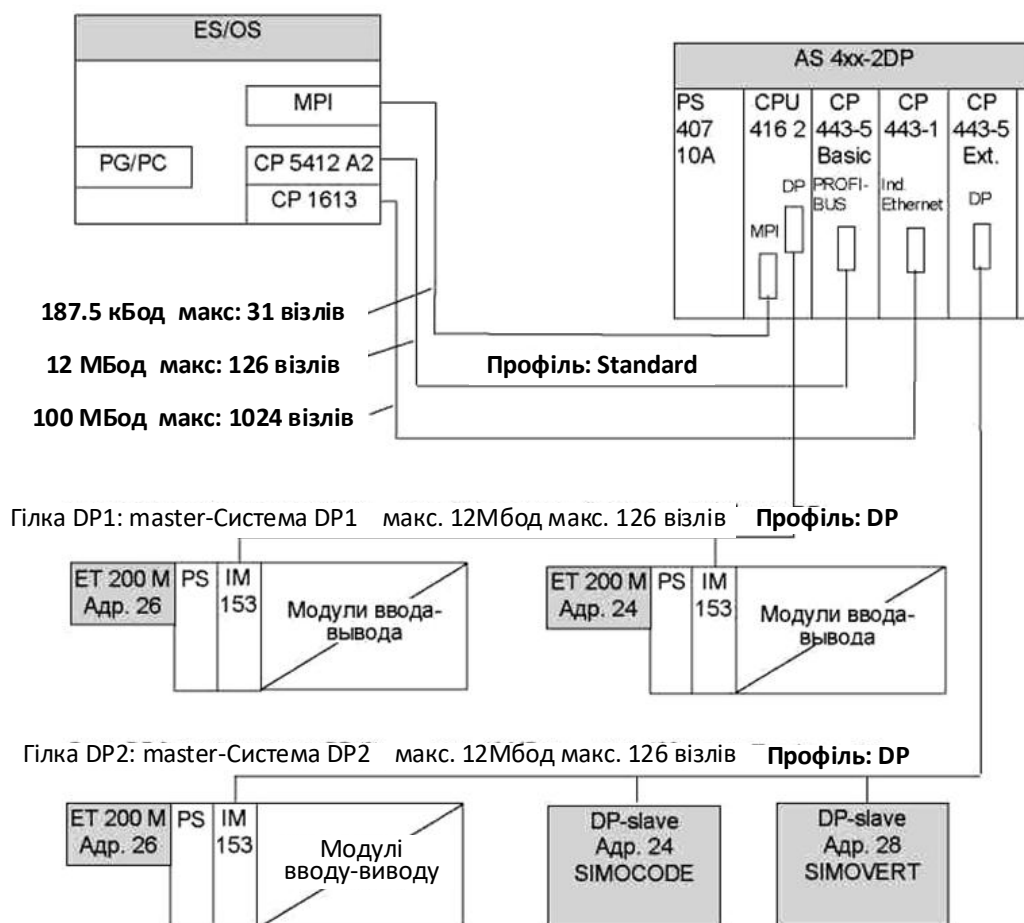


Рисунок 5.2 – Приклад конфігурування системи автоматизації

## 5.2 Методика створення та параметрування Master-системи


Майстер-система складається з провідного пристрою (DP-Master) та одного або кількох ведених пристроїв (DP-Slave).

Як провідний DP можна використовувати такі компоненти:

- CPU із вбудованим інтерфейсом провідного DP;
- інтерфейсний субмодуль, що відповідає обраному CPU, наприклад, IF 964-DP у CPU 488-4;
- комунікаційний процесор CP у поєднанні з CPU, наприклад, CP 342-5 або CP 443-5;
- інтерфейсний модуль із інтерфейсом провідного DP, наприклад, IM 467.

Як відомі DP використовуються:

- *Компактні ведені DP* – модулі із вбудованими цифровими або аналоговими входами та виходами, наприклад, ET200B.
- *Модульні керовані DP* – модулі із вбудованими інтерфейсами розширення, наприклад, ET200M.
- *Інтелектуальні відомі I-Slaves* – це станції, оснащені



процесорними модулями та своїми програмами, наприклад, S7-300 або ET 200X з BM 147/CPU.

Процес створення майстер-системи рекомендується вести у наступній послідовності.

1. Запустіть TIA Portal. У діалоговому вікні встановлення виду проекту виберіть Finish і в новому вікні (S7\_Proj\*) введіть ім'я проекту.

2. Виберіть у меню мережеве уявлення NetPro. У вікні конфігурування мережі Network за замовчуванням встановлено мережу MPI і станція S7-300. Якщо потрібна станція S7-400, то перетягніть її з розділу каталогу у вікно Network, видаливши перед цим із проекту станцію S7-300.

3. У контекстному меню виберіть команду Object Propertis і у діалоговому вікні Propertis на вкладці General введіть ім'я станції, наприклад, DP-Master. На вкладці Interface встановіть типи інтерфейсів, які має підтримувати система MPI, PROFIBUS, Industrial Ethernet, PtP. Закрийте вікно Propertis, підтвердивши зроблені налаштування кнопкою ОК.

4. У контекстному меню виберіть Open Object. Перехід у вікно конфігурування станції потребує збереження у пам'яті мережевого уявлення. Підтвердьте згоду кнопкою ОК.

5. У порожньому вікні на ім'я станції (DP-Master) конфігурування станції має бути розпочато з установки необхідної стійки. Викличте контекстне меню, виберіть команду Insert Object і в діалоговому інтерактивному режимі виберіть SIMATIC 400 та стійку, наприклад, UR1.

6. Для вибору центрального процесорного модуля також використовуйте інтерактивний діалог, який запускається командою Insert Object. Після закінчення процедури вибору STEP-7 виводить вікно Propertis для встановлення параметрів PROFIBUS інтерфейсу. На вкладці Parameters за замовчуванням встановлено адресу "2", яку можна не змінювати.

7. На цій вкладці для створення майстер-системи натисніть кнопку New і в новому вікні властивостей на вкладці General введіть ім'я підмережі, а на вкладці Network Setting встановіть необхідну швидкість обміну даними по шині, наприклад, 12 Мбіт/с. Тут можна встановити профіль шини PROFIBUS (DP, Standard, Universal і User Defined).

8. Натисніть кнопку Options для встановлення постійного часу циклу шини (еквідистантності шини) і встановіть цикл шини (Constant Bus Cycle Time), наприклад, 10 мс. Підтвердьте налаштування кнопкою ОК.

9. У разі встановлення комунікаційного процесора для організації мережі Industrial Ethernet виберіть тип CP, наприклад, CP 443-1.

В результаті виконаних дій на відображенні стійки станції створюється роз'єм DP (X2) та з'явиться символ майстер-системи

Цей символ є “якорем” для модулів майстер-системи DP. Відображення створеної станції показано на рисунку 5.3.

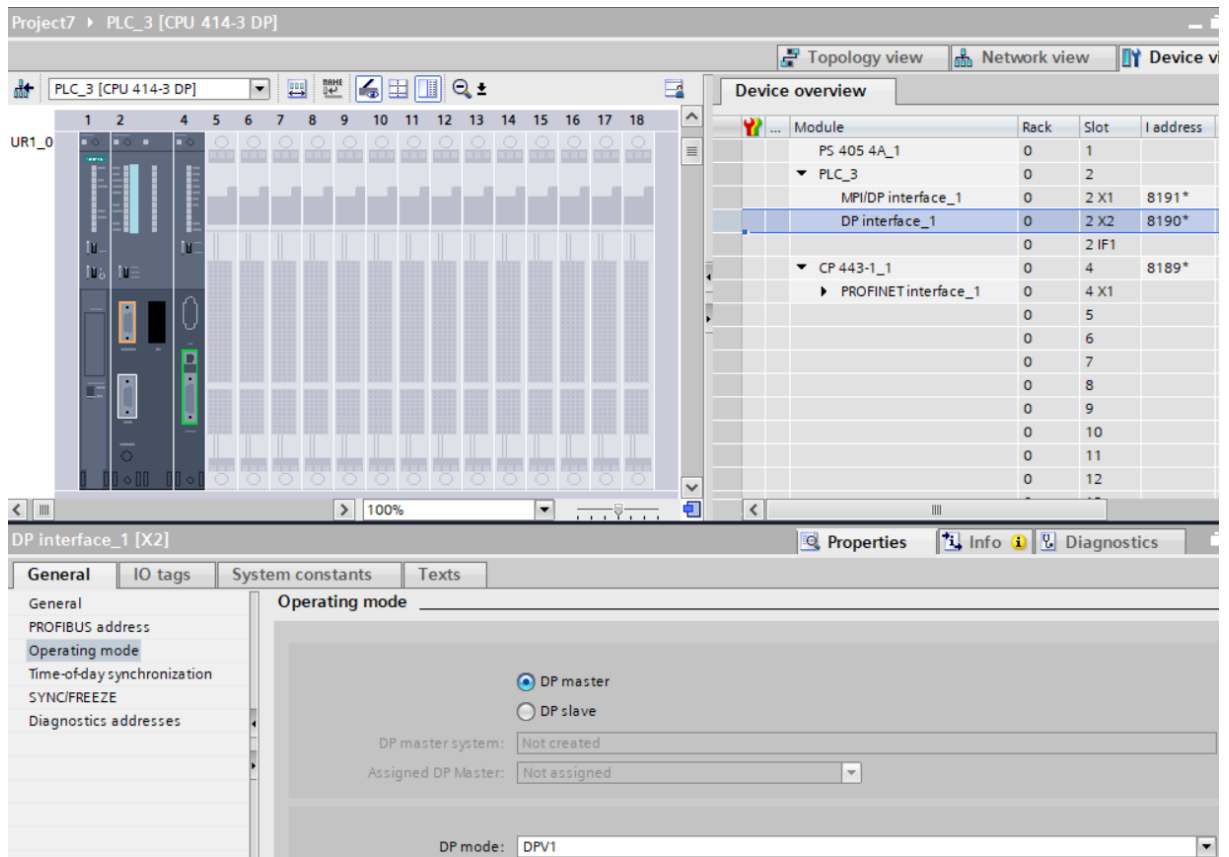


Рисунок 5.3 – Відображення станції майстер-системи у вікні DP-Master

Якщо символ майстер-системи у вікні станції не видно, він, можливо, закритий конфігураційною таблицею. Зменшить висоту конфігураційної таблиці, де встановлено провідний DP. Якщо символ для DP-системи знову не видно, виберіть команду меню Insert ⇒ DP Master System (*Вставити* ⇒ *Майстер-система DP*).

Перехід у вікно NetPro дозволяє отримати мережеве уявлення станції (рис. 5.4).

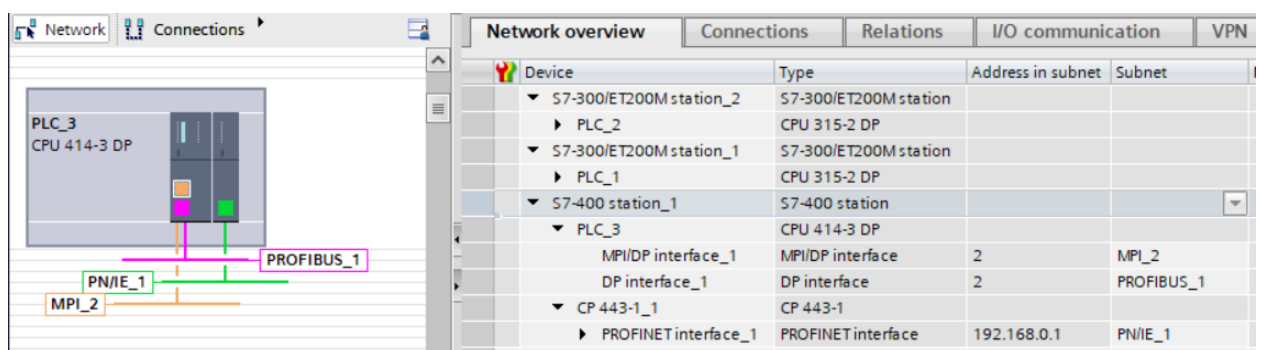



Рисунок 5.4 – Мережеві вистави станції у вікні NetPro



Після створення провідного DP можна зробити вибір та проектування провідних DP.

Відомі DP, що відповідають встановленому провідному модулю, можна перетягувати з вікна каталогу апаратури Hardware Catalog (розділ PROFIBUS-DP) та розміщувати на майстер-системі.

При розміщенні модулів DP до майстер-системи DP додається символ, що представляє ведений DP.

Починаючи конфігурування ведених модулів, слід врахувати специфічні особливості, пов'язані з конструктивними відмінностями модулів.

### **5.3 Конфігурування станцій ET 200**

#### *Конфігурування станції децентралізованої периферії ET 200M*

Модульна станція розподіленого введення-виведення ET 200M комплектується інтерфейсними, сигнальними та функціональними модулями.

Для забезпечення обміну по мережі PROFIBUS DP на станції встановлюється інтерфейсний модуль IM 153. Зв'язок з контролером може здійснюватися через окремий комунікаційний процесор CP 443-5 Basic.

Станція дозволяє підключити до 8 сигнальних чи функціональних модулів. Для живлення модулів станції використовуються блоки живлення сімейства PS, або блоки живлення сімейства SITOP Power.

При конфігуруванні станції ET 200M слід враховувати такі правила до слотів станції:

- Власна периферія (входи/виходи) станції завжди починається зі слота 4.
- Незалежно від того, чи блок живлення (PS) у реальній структурі чи ні, слот 1 завжди резервується для PS.
- Слот 2 завжди резервується для модуля інтерфейсу DP.
- Слот 3 завжди резервується для інтерфейсного модуля розширення (IM), незалежно від того, чи реальний периферійний пристрій розширюється чи ні.

Правила до слотів необхідно враховувати при конфігуруванні всіх типів DP, як модульних, так і компактних. Призначення слотів є важливим для аналізу діагностичних повідомлень, які запускаються слотами.

Станція ET 200M підтримує гарячу заміну модулів, тобто заміну без зупинки станції. Для цього сигнальні модулі повинні бути встановлені на активні модулі шини, які, в свою чергу, монтуються на спеціальну профільну шину DIN. Активні шинні модулі поєднуються між собою, утворюючи внутрішню шину станції. Якщо гарячої заміни не потрібно, сигнальні модулі монтуються на стандартну профільну шину контролерів. S7-300/400.

### Приклад.

Нехай майстер-система мережі PROFIBUS DP вже створена і потрібно налаштувати ведену станцію ET 200M з одним аналоговим модулем вводу, одним аналоговим модулем виводу, а також із цифровим модулем вводу та цифровим модулем виводу. Крім того, станція повинна забезпечити рахунок імпульсів з інкрементного датчика. а також з'єднання з AS-шиною.

Конфігурування станції ET 200M здійснюється у наступній послідовності:

1. Виберіть IM 153-2, що забезпечує “гарячу” заміну модулів (папка PROFIBUS DP ⇒ ET 200M) та відбуксируйте цей модуль на DP master system. Властивості - вузол PROFIBUS ET 200 IM 153-2) У полі PROFIBUS Address (Адреса PROFIBUS) виберіть адресу для slave-пристрою DP, наприклад, 3. Закрийте діалогове вікно кнопкою ОК.

2. Вставка модулів. Розкрийте дерево каталогу (папка PROFIBUS DP/ET 200M/IM153-2) і, буксуючи потрібні модулі з каталогу, вставте їх у слоти ET 200M, починаючи зі слота 4. Функціональний модуль FM 350 для рахунку . для зв'язку з шиною AS знаходяться у цій же папці.

Результати конфігурування станцій представлені на рисунку 5.5.

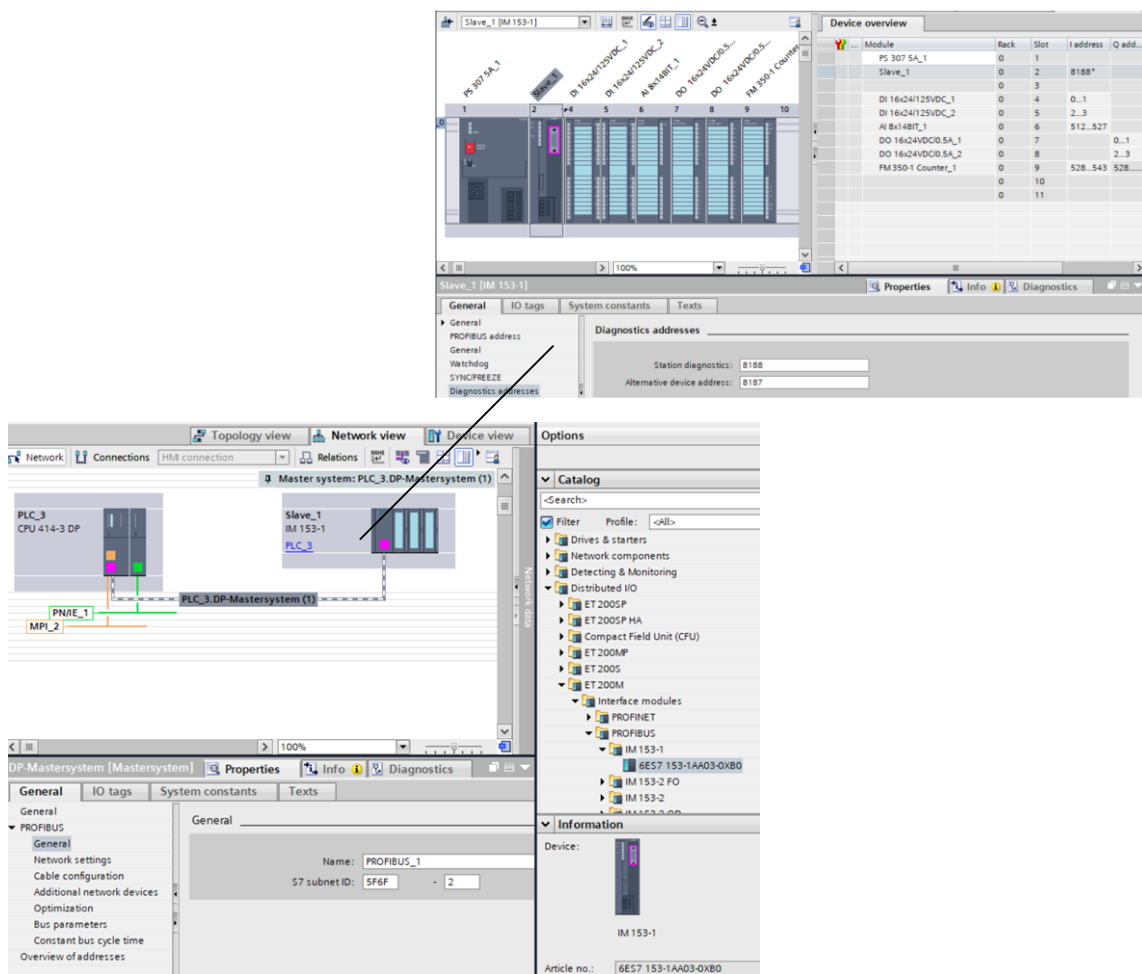


Рисунок 5.5 – Приклад конфігурування станції ET 200M

## Особливості конфігурування станції ET 200S

Станція ET 200S призначена для побудови систем розподіленого вводу-виводу на основі PROFIBUS DP або PROFINET.

Станція ET 200S може комплектуватись:

1 Звичайними або інтелектуальними інтерфейсними модулями для підключення до електричних або оптичних каналів PROFIBUS.

2 Модулями введення-виведення дискретних та аналогових сигналів.

3 Технологічними модулями для вирішення завдань позиціонування, швидкісного рахунку, обміну даними через послідовні інтерфейси.

4 Силowymi модулями для керування споживачами 3-фазного змінного струму, наприклад, 3-фазними електродвигунами.

Приклад комплектації станції ET 200S показаний рисунку 5.6.

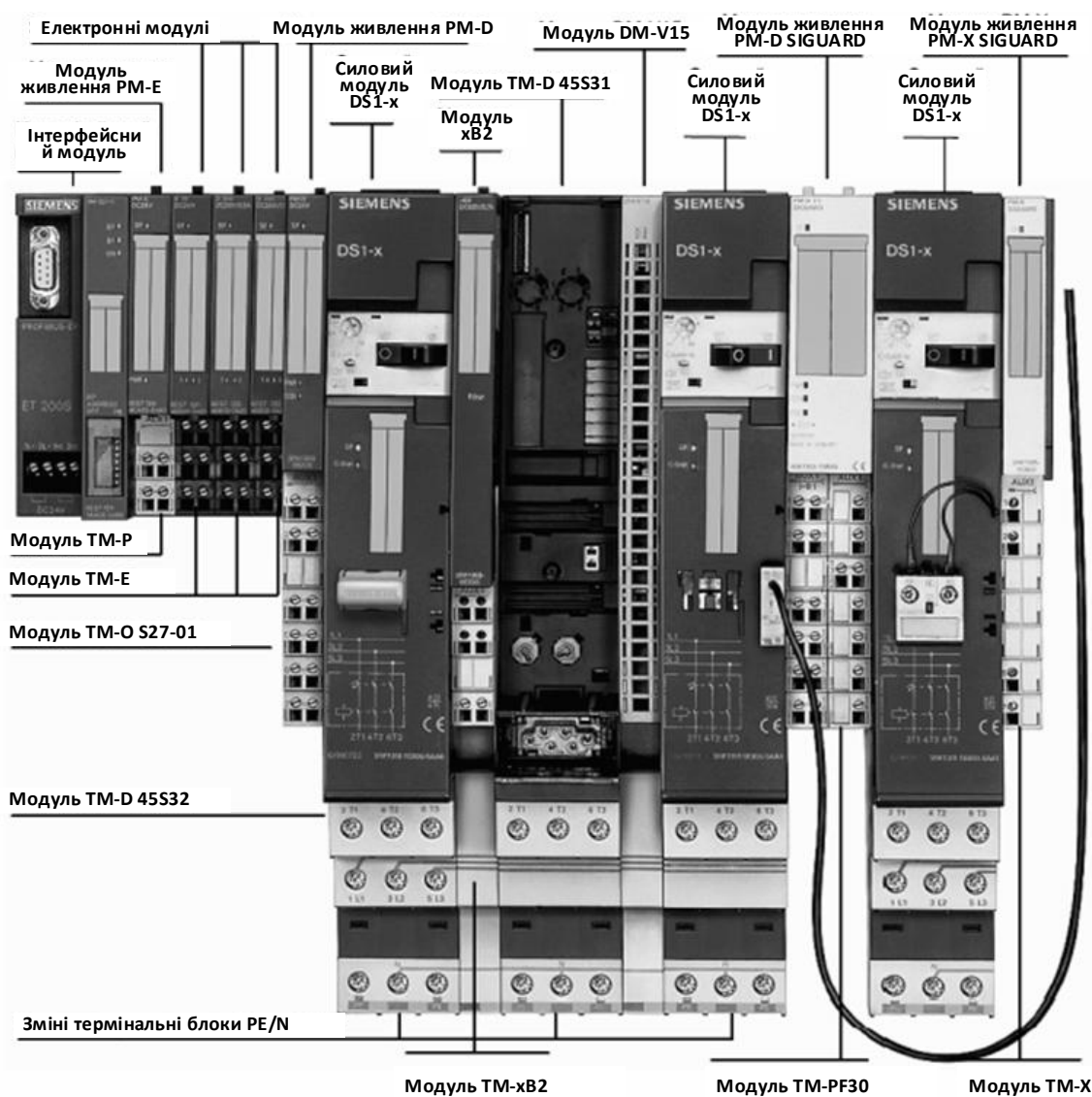


Рисунок 5.6 – Приклад комплектації станції ET 200S



При конфігуруванні станції ET200S слід враховувати правила розміщення модулів:

- Першим зліва встановлюється інтерфейсний модуль IM151.
- Праворуч від інтерфейсного модуля встановлюється *модуль контролю живлення електронних модулів PM-E*.
- Праворуч від модуля PM розташовуються електронні модулі (EM), а також технологічні модулі (FM), що виконують функції рахунку, генерації імпульсів, позиціонування тощо. Електронні та технологічні модулі встановлюються поверх термінальних модулів TM-E.

Після електронних та технологічних модулів встановлюються засоби мотор-стартера – спочатку *модуль контролю живлення силових модулів PM-D*, а праворуч від нього один із стартерів:

- на термінальний модуль TM-D, призначений для нереверсивного приводу, встановлюється силовий модуль (direct starter) DS1-х нереверсивного управління;
- на термінальний модуль TM-R, призначений для реверсивного приводу, встановлюється силовий модуль RS1-х реверсивного управління.

Якщо навантаження вимагає чотирипровідного силового ланцюга, силові модулі забезпечуються термінальними знімними блоками PE/N, що дозволяють сформуванню нульовий провід N.

Слід врахувати, кожна *силова* група вимагає окремого модуля контролю живлення PM-D, встановлюваного термінальний модуль TM-R15S27-01.

Станція допускає встановлення на один інтерфейсний модуль максимум до 63 модулів.

#### **5.4 Конфігурування інтелектуальних ведених DP**

Ознакою інтелектуального веденого DP є те, що вхідні та вихідні дані надаються у розпорядження провідному DP не безпосередньо від реального входу-виходу, а від виконує попередню обробку CPU, який разом із CP утворює ведений DP.

Іншими словами, якщо застосовується звичайний ведений DP, наприклад, компактний ET 200B або модульний ET 200M, то провідний DP звертається до децентралізованих входів-виходів модуля, а якщо застосовується інтелектуальний DP ведомий, то ведучий звертається не до входів-виходів веденого DP області операндів CPU, що виконує попередню обробку. Обмін даними з областю операндів забезпечується програмою користувача CPU, яка виконує обробку даних.

Схема взаємодії провідного та інтелектуального модулів наведена на рисунку 5.7.

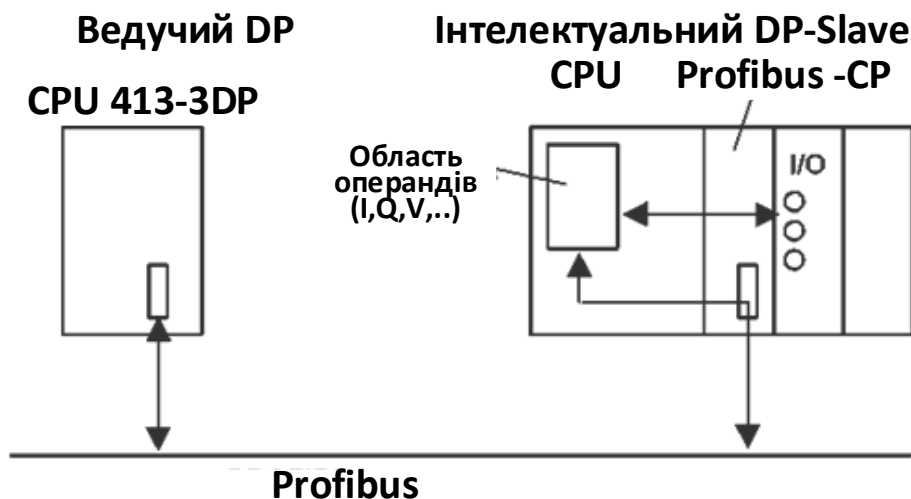


Рисунок 5.7 – Схема взаємодії провідного та інтелектуального модулів

### Приклад конфігурування S7-300 як інтелектуального веденого

Нехай потрібно створити наступну конфігурацію:

- Провідна станція (ім'я "DP Master") із CPU 416-2 DP та вбудованим інтерфейсом DP.
- Ведена станція (ім'я "DP Slave") з CPU 315-2 DP як інтелектуальний DP.

Процес конфігурування включає наступні кроки:

**Крок 1.** Створюємо проект з ім'ям S7\_Pro1 із двома станціями – SIMATIC 400 та SIMATIC 300 (див. рис. 5.8). Клацаємо в дереві проекту по рядку SIMATIC 400, потім по символу Hardware і в порожньому вікні (SIMATIC 400), що відкрилося, командою Insert Object виводимо інтерактивний діалог, в якому спочатку вибираємо SIMATIC 400, а далі стійку UR2.

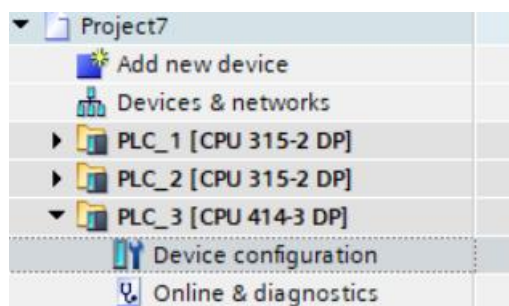
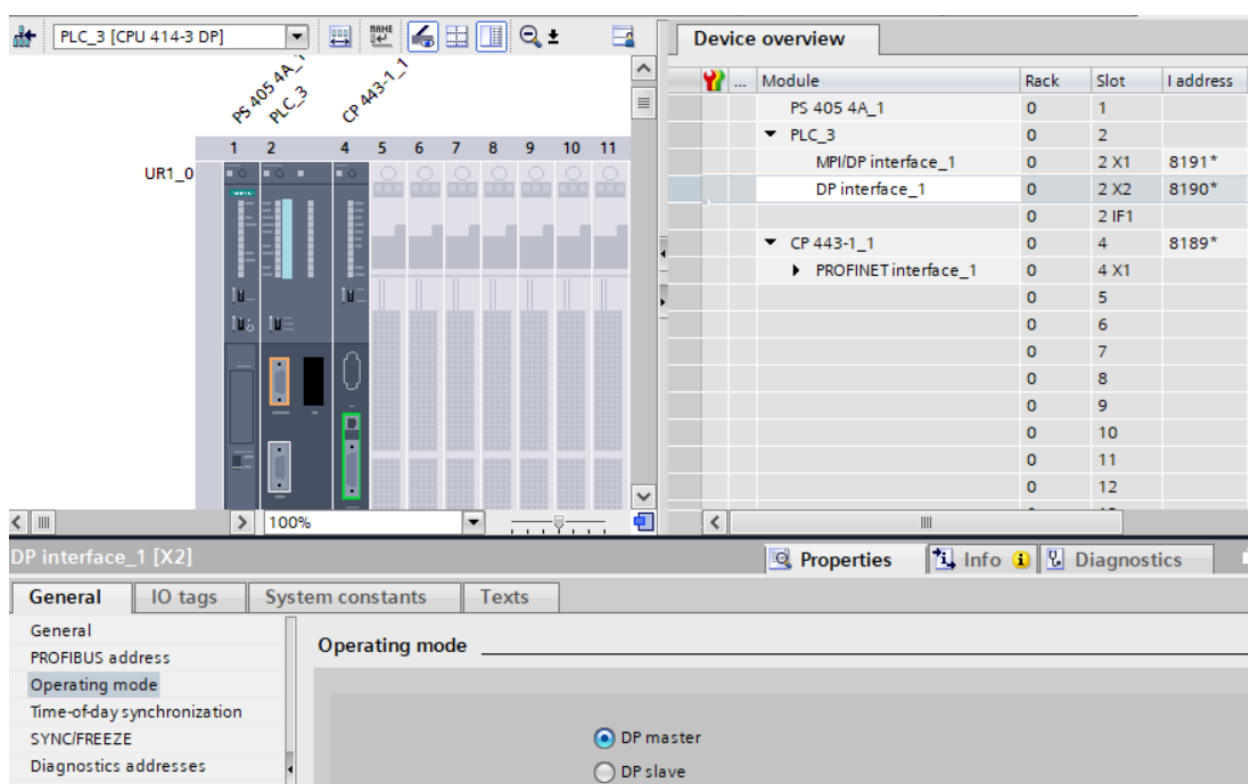


Рисунок 5.8 – Побудова проекту

**Крок 2.** Створюємо провідну станцію SIMATIC 400 та мережу PROFIBUS. Спочатку вибираємо джерело живлення PS 407 10A для слота 1. Для слота 3 по ланцюжку списків: CPU 400 ⇒ CPU 416-2 ⇒ 6ES7 416-2XK01-0AB0 ⇒ V3.0 вибираємо модуль центрального

процесора CPU 416 У вікні Properties PROFIBUS interface DP на вкладці Parameters встановлюємо адресу – “2”. Далі кнопкою New відкриваємо вікно, в якому задається ім'я мережі PROFIBUS(1). І, нарешті, на вкладці Network Setting задаємо швидкість передачі по мережі (1,5 Мбіт/с) та профіль (DP).

**Крок 3.** Створюємо майстер-систему PROFIBUS. Після виконання попереднього кроку у вікні HW Configuration відображається станція та символ шини: PROFIBUS(1): DP master-system. Клацнувши двічі по рядку слота 4 (висновок X3), у вікні Properties DP, що відкрилося, на вкладці General в полі Name встановлюємо ім'я станції - DP-Master, а на вкладці Operating Mode режим - DP-master. В результаті отримуємо відображення провідної станції, показане на рисунку 5.9.



*Рисунок 5.9 – Відображення провідної станції PROFIBUS(1)*

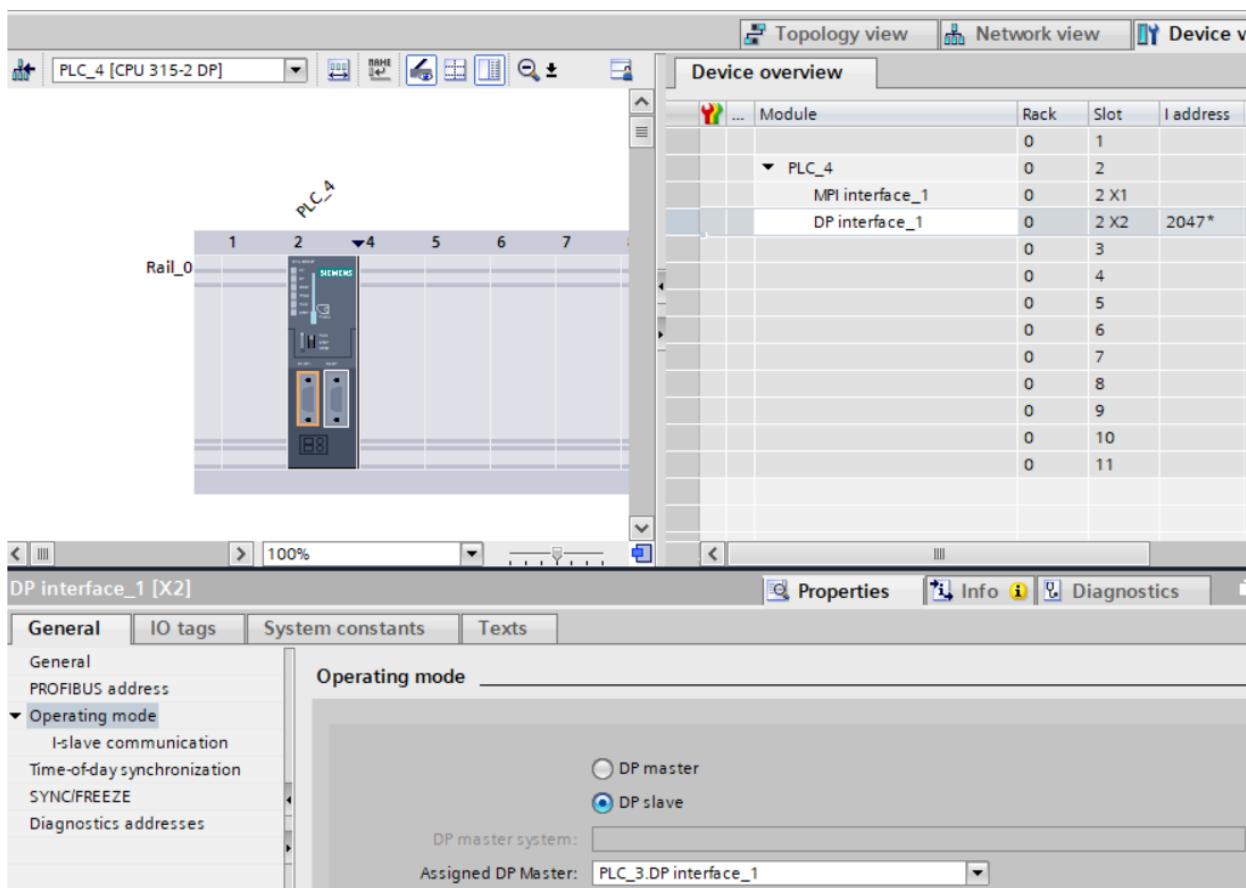
**Крок 4.** Створюємо станцію SIMATIC 300 з CPU 315-2 DP. Для цього переходимо в SIMATIC Manager (у вікно проекту, де знаходиться станція) і, обравши станцію у вікні браузера, двічі клацаємо лівою кнопкою миші на її символі Hardware. Внаслідок цього відкривається порожнє вікно з ім'ям станції – SIMATIC 300.

Використовуючи команду Insert Object контекстного меню, встановлюємо в інтерактивному діалозі стійку (SIMATIC 300 ⇒ RACK-300 ⇒ Rail). 2 DP. цьому вікні Properties вибираємо вже створену шину PROFIBUS(1) та встановлюємо адресу станції у цій шині – 3.

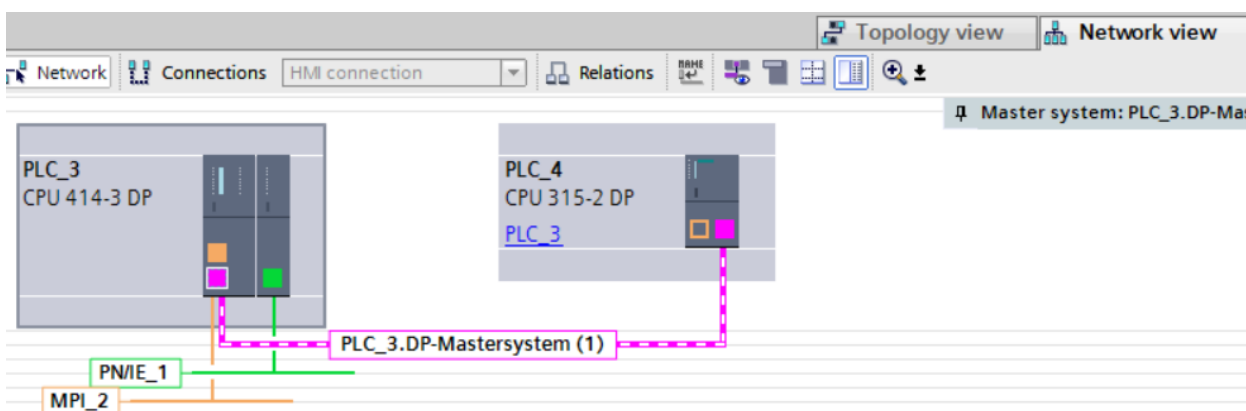
Після цього, клацнувши на рядку слота з інтерфейсом DP, у вікні

Properties DP, що відкрилося, на вкладці General в полі Name встановлюємо ім'я станції - DP-Slave, а на вкладці Operating Mode режим - DP-slave.


Результат проектування станцій показаний рисунку 5.10 (відображення у вікні HW Configuration) і рисунку 5.11 (відображення у вікні Network).



*Рисунок 5.10 – Відображення провідної та веденої інтелектуальної станцій у вікні HW Configuration*



*Рисунок 5.11 – Відображення провідної та веденої інтелектуальної станцій у вікні Network*



**Крок 5.** Встановлюємо з'єднання між станціями. Для цього повертаємось у вікно провідної станції (Windows ⇒ SIMATIC 400). Тут виділяємо символ шини PROFIBUS та командою Insert Object входимо в режим інтерактивного діалогу – вибираємо Configured Station ⇒ CPU 31x. У вікні DP slave properties, що відкрилося, на вкладці Connect повинна перебувати інформація про ведену станцію, що підключається - ім'я, адресу, тип процесорного модуля і номери слотів. Після натискання на кнопку Connect цей запис має зникнути, що свідчить про створення з'єднання.

*Конфігурування ведених з функціями провідних для підмережі  
Особливості конфігурування DP/AS-i Link*

При конфігуруванні ведених DP/AS-i Link (розподілений інтерфейс виконавчих пристроїв і датчиків) слід врахувати, що DP/AS-i Link конфігурується з веденими AS-i. При розміщенні пристроїв DP/AS-i Link в нижній частині вікна станції автоматично відображається конфігураційна таблиця, в яку потрібно помістити AS-i з вікна каталогу апаратури Hardware Catalog.

*Особливості конфігурування PROFIBUS PA*

Щоб налаштувати розподілену периферію на польових пристроях PROFIBUS-PA (PROFIBUS для автоматизації процесів), необхідно встановити мережу PROFIBUS-DP з'єднувач (шлюз) DP/PA.

Конфігурувати з'єднувач DP/PA в утиліті HW Config не потрібно - невидимий конфігурації станції. Потрібно лише відбуксувати DP/PA-Link, наприклад, IM 157 із вікна каталогу апаратури на майстер-систему DP. Під час встановлення з'єднувача DP/PA виводиться попередження, що швидкість передачі мережі PROFIBUS повинна дорівнювати 45,45 Кбод. Для польових пристроїв PA з'єднувач DP/PA зменшить швидкість передачі до 31,25 Кбод.

Відображення DP/PA-Link включає поряд із символом для самого пристрою також і символ майстер-системи PA подібно майстер-системі DP. Цим символом і призначаються польові пристрої PA. Однак для цього потрібний додатковий програмний пакет – SIMATIC PDM.

### **5.5 Методика виконання індивідуального завдання**

Варіанти індивідуальних завдань представлені у таблиці 5.1 та 5.2.

Під час виконання завдання необхідно зробити таке.

1. Створити майстер-систему з одним провідним пристроєм.
2. Налаштувати провідний пристрій, забезпечивши його, в першу чергу, засобами підтримки розподіленої периферії – центральним процесорним модулем із вбудованим інтерфейсом DP або комунікаційним процесором з автономним виконанням комунікаційних завдань.

3. Налаштувати ведені пристрої, зосередивши основну увагу на сумісності інтерфейсних, сигнальних та функціональних модулів, включених у комплектацію цього пристрою.

Результати звіту мають містити:

- 1) завдання;
- 2) графічне представлення мережі в HW Config та NetPro;
- 3) файли конфігурації кожного вузла мережі.

При захисті роботи необхідно продемонструвати консистентність налаштованих вузлів.

*Таблиця 5.1 - Варіанти індивідуальних завдань для практичної роботи 5*

№ Вар.	Master (S7-400)				ISlave (S7-300)		
	CPU	SM		Інтерфейс	CPU	SM	
		421	422			321	322
1	413-1	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	DP, PtP	315-2DP	30x24VDC	20x24VDC
2	413-2DP	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC	DP, Ethernet	313C-2DP	40x24VDC	35x24VDC
3	412-1	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC	DP	314C-2DP	50x24VDC	45x24VDC
4	412-2DP	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC	DP, PtP	316-2DP	60x24VDC	15x24VDC
5	414-1	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC	DP, Ethernet	317-2	70x24VDC	20x24VDC
6	414-2DP	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC	DP	318-2	30x24VDC	20x24VDC
7	414-3DP	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC	DP, PtP	315-2DP	40x24VDC	35x24VDC
8	416-1	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC	DP, Ethernet	313C-2DP	50x24VDC	45x24VDC
9	416-2DP	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	DP	314C-2DP	60x24VDC	15x24VDC
10	416-3DP	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC	DP, PtP	316-2DP	70x24VDC	20x24VDC
11	413-1	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC	DP, Ethernet	317-2	30x24VDC	30x24VDC
12	413-2DP	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC	DP	318-2	40x24VDC	35x24VDC
13	412-1	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC	DP, PtP	315-2DP	50x24VDC	45x24VDC
14	412-2DP	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC	DP, Ethernet	313C-2DP	60x24VDC	15x24VDC
15	414-1	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC	DP	314C-2DP	70x24VDC	20x24VDC
16	414-2DP	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC	DP, PtP	316-2DP	30x24VDC	30x24VDC

Продовження таблиці 5.1


№ Вар.	Master (S7-400)				ISlave (S7-300)		
	CPU	SM		Інтерфейс	CPU	SM	
		421	422			321	322
17	414-3DP	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	DP, Ethernet	317-2	40x24VDC	35x24VDC
18	416-1	30xAC120V 40x24VDC	15x24VDC	DP	318-2	50x24VDC	45x24VDC
19	416-2DP	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC	DP, PtP	315-2DP	60x24VDC	15x24VDC
20	416-3DP	24xAC120V 30x24VDC	25x24VDC	DP	313C-2DP	70x24VDC	20x24VDC
21	413-2DP	10xAC120V 40x24VDC	45x24VDC	DP, Ethernet	313C-2DP	24x24VDC	15x24VDC
22	414-2DP	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC	DP	318-2	36x24VDC	32x24VDC

Таблиця 5.2 – Вихідні дані для конфігурування станцій ET200

№ Вар.	ET 200M			ET 200S			
	SM		FM	Кіл. сигналів		Кіл. приводів	
	321	322		Вводу	Виводу	Реверсивних	Нереверсивних
1	16x24VDC	20x24VDC	350-1	6DIx24V	4DOx24V	2	1
2	30x24VDC	35x24VDC	нет	4DIx120V	6DOx24V	1	2
3	30x24VDC	25x24VDC	353	6DIx24V	4DO реле	2	2
4	24xAC120V	15x24VDC	нет	4DIx24V	4DOx24V	2	0
5	35x24VDC	20x24VDC	нет	4DIx120V	6DOx24V	0	2
6	30x24VDC	45x24VDC	354	6DIx24V	2DO реле	2	1
7	10xAC120V	15x24VDC	нет	2DIx24V	4DOx24V	1	2
8	30x24VDC	20x24VDC	нет	4DIx120V	6DOx24V	2	2
9	30x24VDC	30x24VDC	354	6DIx24V	2DO реле	2	0
10	15xAC120V	35x24VDC	нет	2DIx24V	4DOx24V	2	1
11	30x24VDC	45x24VDC	нет	4DIx120V	6DOx24V	1	2
12	24xAC120V	15x24VDC	353	6DIx24V	2DO реле	2	2
13	30x24VDC	20x24VDC	нет	2DIx24V	4DOx24V	2	0
14	30x24VDC	30x24VDC	нет	4DIx120V	6DOx24V	2	1

Продовження таблиці 5.2

№ Вар.	ET 200M			ET 200S			
	SM		FM	Кіл. сигналів		Кіл. приводів	
	321	322		Вводу	Виводу	Реверсивних	Нереверсивних
15	20xAC120V	35x24VDC	350-1	6DIx24V	2DO реле	1	2
16	30x24VDC	45x24VDC	нет	2DIx24V	4DOx24V	2	2
17	30x24VDC	15x24VDC	нет	4DIx120V	6DOx24V	2	0
18	30x24VDC	20x24VDC	353	6DIx24V	2DO реле	0	2
19	30x24VDC	30x24VDC	нет	2DIx24V	4DOx24V	2	1
20	35xAC120V	35x24VDC	нет	4DIx120V	6DOx24V	1	2
21	30x24VDC	15x24VDC	354	6DIx24V	2DO реле	2	2
22	30x24VDC	20x24VDC	нет	8DIx24V	4DOx24V	2	0



## **ПРАКТИЧНА РОБОТА 6**

### **КОНФІГУРУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ ПЕРИФЕРІЙ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВІДОМИХ ПРИСТРОЇВ СТАНЦІЇ SIMATIC S7-1200/1500**

*Мета роботи:* засвоїти методику розробки конфігурування розподіленої периферій та інтелектуальних відомих пристроїв станції SIMATIC S7-1200/1500

## **6 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**


### **6.1 Комунікаційні можливості ПЛК S7-1200**

Програмовані контролери S7-1200 мають широкі комунікаційні можливості, які підтримуються:

- вбудованими інтерфейсами PROFINET центральних процесорів;
- комунікаційним модулем CP 1243-1 для підключення S7-1200 до мережі Ethernet та підтримки захищеного обміну даними;
- комунікаційними модулями CM 1243-5 та CM 1242-5 для підключення S7-1200 до мережі PROFIBUS DP;
- комунікаційним модулем CM 1243-2 для підключення S7-1200 до AS-Interface;
- комунікаційним процесором CP 1242-7 для інтеграції S7-1200 у системи телеуправління та підтримки обміну даними через мобільні мережі GSM;
- комунікаційними модулями CP 1243-1 IEC та CP 1243-1 DNP3 для використання контролерів S7-1200 у режимі віддалених термінальних блоків систем телекерування;
- комунікаційними модулями CM 1241 та комунікаційною платою CB 1241 для обміну даними через PtP (Point-to-Point – безпосередні з'єднання "точка до точки") з'єднання на основі послідовних інтерфейсів RS 232 або RS 422/RS 485;
- 4-канальним комунікаційним модулем SM 1278 для підключення контролера S7-1200 до мережі IO-Link у режимі провідного мережевого пристрою.

Для побудови систем розподіленого введення-виведення та обміну даними з приладами та системами людино-машинного інтерфейсу та іншими контролерами S7-1200 дозволяє використовувати:

- 1) Мережа PROFINET з підтримкою:
  - функцій контролера введення-виведення PROFINET IO (тільки в CPU від V2.0);
  - функцій S7 зв'язку;
  - відкритого обміну даними на основі транспортних протоколів



TCP, ISO-on-TCP (RFC 1006) та UDP.

2) Мережа MODBUS/TCP з підтримкою функцій клієнта чи сервера через вбудований інтерфейс PROFINET центрального процесора.

3) Мережа PROFIBUS з підтримкою:

- функцій веденого пристрою DP через комунікаційний модуль CM 1242-5;

- функцій провідного пристрою DP класу 1 через комунікаційний модуль CM 1243-5.

4) Мережа AS-Interface за допомогою функцій провідного мережевого пристрою V3.0 через комунікаційний модуль CM 1243-2.

5) Мобільна мережа GSM для побудови систем телеуправління та телесервісу з підтримкою обміну даними через комунікаційний процесор CP 1242-7.

6) PtP з'єднання з підтримкою:

- протоколу ASCII для обміну даними з принтерами, модемами, сканерами тощо;

- Протоколу MODBUS RTU в режимі ведучого або веденого мережевого пристрою;

- протокол USS для обміну даними з приводами MICROMASTER і SINAMICS.

7) Мережа IO-Link.

Огляд комунікаційних процесорів та плат S7-1200 можливо приведено за посиланням (<http://surl.li/iikfno> )

Система розподіленого вводу-виводу програмованих контролерів S7 будується на базі промислових мереж PROFINET IO, PROFIBUS DP та AS-Interface. Додаткові можливості забезпечуються підтримкою протоколів MODBUS TCP, MODBUS RTU та USS.

### *PROFINET IO*

PROFINET – це відкритий стандарт Industrial Ethernet (IEC 61158/IEC 61784) для систем автоматизації. З його допомогою виконується системно-широкий обмін даними між усіма рівнями управління виробництвом: від польового рівня до рівня управління підприємством забезпечується можливість використання IT стандартів на всіх ієрархічних рівнях.

Мережа PROFINET IO орієнтована побудова систем розподіленого вводу- виводу, використовують канали зв'язку Industrial Ethernet для циклічного обміну даними між контролером і приладами вводу-виводу у часі. У складі однієї мережі може використовуватися кілька контролерів зі своїм набором приладів вводу-виводу. Ця мережа дозволяє використовувати TCP/IP обмін даними для вирішення завдань дистанційного програмування, налаштування параметрів, конфігурування та діагностики мережевих систем автоматизації. Обмін даними виконується зі швидкістю 100 Мбіт/с.

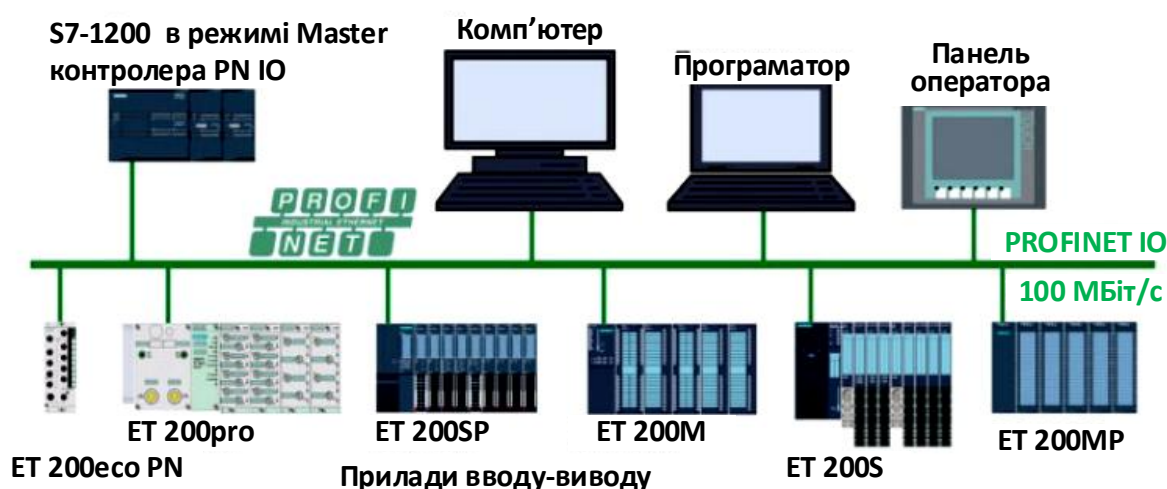
У мережі PROFINET IO програмовані контролери S7-1200 здатні виконувати функції контролерів вводу-виводу. Підключення до мережі виконується через вбудований інтерфейс PROFINET центрального процесора S7-1200 з операційною системою V2.0 і вище. Залежно від версії апаратури, що використовується, один контролер може обслуговувати:

- для CPU V2.x до 8 приладів вводу-виводу PROFINET IO, в яких встановлено до 128 модулів вводу-виводу;
- для CPU від V3.0 і вище до 16 приладів вводу-виводу PROFINET IO, в яких встановлено до 256 модулів вводу-виводу.

При одночасному використанні систем розподіленого введення-виведення на основі мереж PROFINET IO і PROFIBUS DP один програмований контролер S7-1200 здатний обслуговувати:


- S7-1200 з CPU V2.x до 16 приладів введення-виведення та ведених DP пристроїв, що мають у своєму складі до 256 модулів введення-виведення;
- S7-1200 з CPU від V3.0 і вище до 32 приладів вводу-виводу та ведених DP пристроїв, що мають у своєму складі до 512 модулів вводу-виводу.

Структурна схема системи розподіленого вводу-виводу на базі мережі PROFINET приведена на рис. 6.1.



*Рисунок 6.1 - Система розподіленого вводу-виводу на базі мережі PROFINET*

- Функції приладів вводу-виводу PROFINET IO здатні виконувати:
- станції ET 200SP/ET 200M/ET 200S/ET 200pro з інтерфейсними модулями для підключення до мережі PROFINET IO;
  - станції ET 200eco PN;
  - приводи SIMAMICS;
  - системи ідентифікації SIMATIC RFID;
  - інші прилади польового рівня.



## *Мережевий обмін даними з використанням промислової мережі PROFINET/Industrial Ethernet*

Для організації обміну даними між контролерами S7-1200 та інтелектуальними мережевими пристроями використовуються промислові мережі PROFINET/Industrial Ethernet.

Через ці мережі програмовані контролери S7-1200 здатні підтримувати обмін даними:

- з іншими контролерами SIMATIC S7-200/S7-1200/S7-300/S7-400/S7-1500/S7-mEC/Winac;
- з приладами та системами людино-машинного інтерфейсу SIMATIC HMI;
- з програматорами, промисловими та персональними комп'ютерами;
- із системами числового програмного управління SINUMERIK;
- із системами управління переміщенням SIMOTION;
- з програмованими контролерами та системами автоматизації інших виробників.

Підключення до мережі виконується через вбудований інтерфейс PROFINET центрального процесора. Опціональне застосування некерованого 4-канального комутатора типу CSM 1277 дозволяє отримувати рішення щодо інтеграції контролера S7-1200 у магістральні та зіркоподібні мережеві структури.

Кожен центральний процесор S7-1200 здатний одночасно обслуговувати кілька асинхронних комунікаційних з'єднань:

- 1) CPU - CPU на основі S7 функцій зв'язку:
  - з використанням інструкцій ETHx\_XFER для обміну даними з контролерами S7-200 та інструкцій PUT/GET для обміну даними з іншими контролерами S7/WinAC,
  - до 3 з'єднань у режимі S7 сервера,
  - до 8 з'єднань у режимі S7 клієнта.
- 2) З'єднань із приладами людино-машинного інтерфейсу:
  - До трьох з'єднань з панелями операторів SIMATIC Basic Panel,
  - до двох з'єднань з панелями операторів SIMATIC Comfort Panel,
  - до двох з'єднань з панелями операторів SIMATIC Comfort Panel та одне з'єднання з панеллю SIMATIC Basic Panel або одне з'єднання з панеллю SIMATIC Comfort Panel та до двох з'єднань з панелями SIMATIC Basic Panel.
- 3) Одне з'єднання зв'язку з програматором.
- 4) До 8 комунікаційних з'єднань (активних або пасивних) для відкритого обміну даними через Industrial Ethernet на основі транспортних протоколів TCP/IP, ISOon-TCP та UDP з використанням інструкцій TSEND\_C, TRCV\_C, TCON, TDISCON та TRCV.

Додатково для дистанційної діагностики контролера можна використовувати вбудований Web сервер центрального процесора. Доступ до даних сервера може виконуватися з комп'ютера,

оснащеного стандартним веб-браузером.

Структурна схема організації обміну даними по мережі ProfiNet/Industrial Ethernet приведена на рис. 6.2

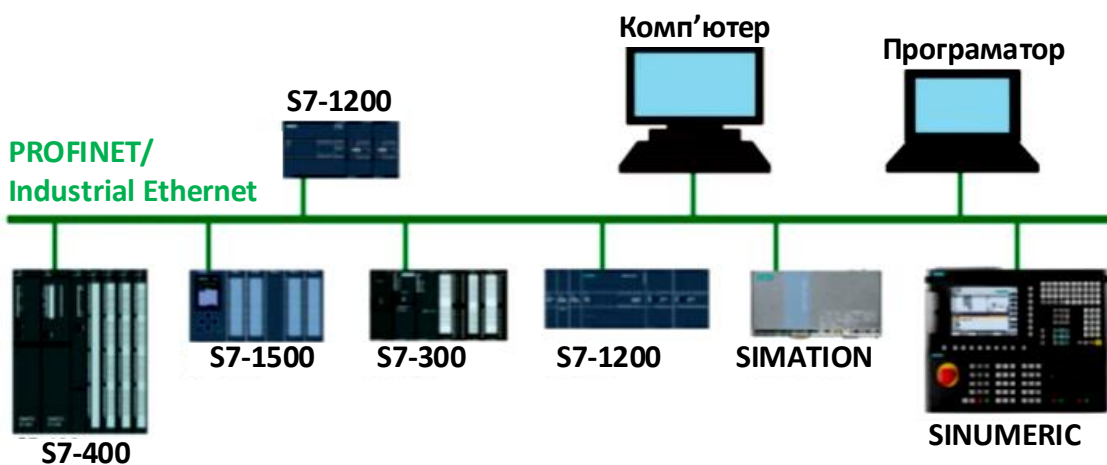


Рисунок 6.2 - Структурна схема організації обміну даними по мережі ProfiNet/Industrial Ethernet

### *PROFIBUS DP*

PROFIBUS DP – це відкритий міжнародний стандарт (IEC 61158 та IEC 61784-1) побудови промислових мереж польового рівня. Ці мережі знаходять переважне застосування для побудови систем розподіленого введення-виведення цехового рівня. Одна мережа PROFIBUS DP дозволяє об'єднувати до 128 мережних пристроїв. Швидкість обміну даними може досягати 12 Мбіт/с. В одній мережі допускається використання кількох ведучих (Master) пристроїв DP зі своїм набором ведених (Slave) пристроїв.

Програмовані контролери S7-1200 можуть підключатися до мережі PROFIBUS DP через комунікаційні модулі CM 1242-5 або CM 1243-5.

Комунікаційний модуль CM 1243-5 дозволяє використати S7-1200 в режимі Master пристрою DP V1 по IEC 61158.

Програмовані контролери S7-1200 з CPU V2.x дозволяють використовувати тільки один модуль CM 1243-5, який здатний обслуговувати не більше 16 Master пристроїв DP, в яких встановлено не більше 256 модулів введення-виведення.

Програмовані контролери S7-1200 з CPU від V3.0 та вище дозволяють використовувати до трьох комунікаційних модулів CM 1243-5 від V1.2 та вище. Один такий комунікаційний модуль здатний обслуговувати до 32 ведених Slave DP пристроїв, в яких встановлено до 512 модулів вводу-виводу. При використанні кількох комунікаційних модулів CM 1243-5 загальна кількість ведучих Master пристроїв DP не повинна перевищувати 32, загальна кількість модулів вводу-виводу не повинна перевищувати 512.

- Функції відомих DP пристроїв здатні виконувати:
- станції ET 200SP/ET 200M/ET 200S/ET 200pro/ET200eco;
  - програмовані контролери SIMATIC S7, що виконують функції ведених Slave DP пристроїв;
  - приводи SINAMICS, MICROMASTER, SIMOVERT MASTERDRIVES;
  - блоки керування та захисту двигунів сімейства SIMOCODE Pro;
  - низьковольтна комутаційна та вимірювальна апаратура серії SENTRON з інтерфейсами відомих DP пристроїв;
  - інша апаратура польового рівня.

Структурна схема системи розподіленого вводу-виводу на базі мережі PROFIBUS DP приведена на рис. 6.3.

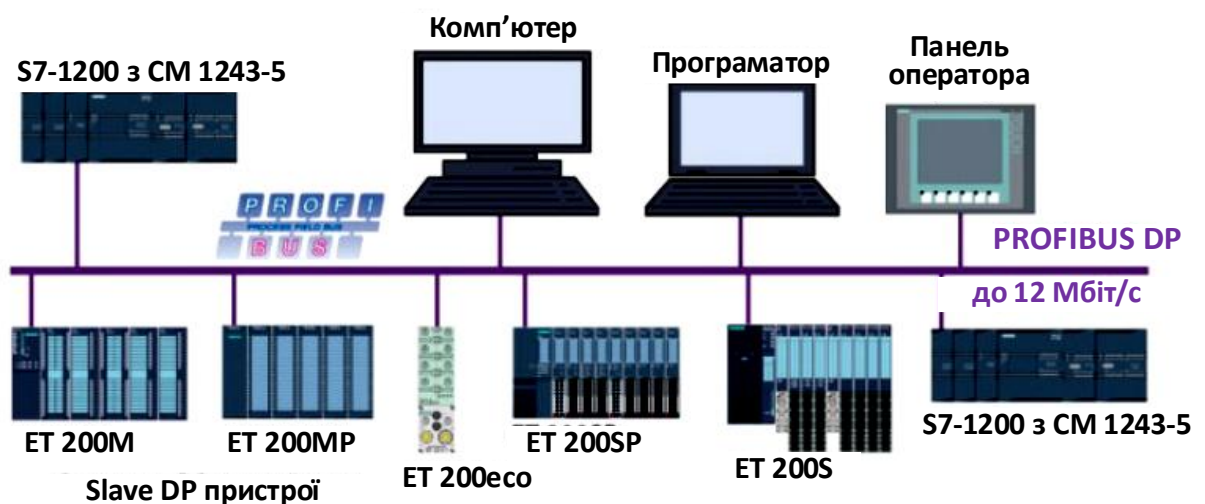


Рисунок 6.3 - Система розподіленого вводу-виводу на базі мережі PROFIBUS

Для конфігурування систем на основі PROFIBUS DP необхідне програмне забезпечення TIA Portal STEP 7 від V11 SP2 і вище.

### MODBUS TCP

Центральні процесори S7-1200 з операційною системою від V2.0 та вище забезпечують підтримку комунікаційного протоколу MODBUS TCP. Для підключення до мережі використовують вбудований інтерфейс PROFINET центрального процесора. Структурна схема системи розподіленого вводу-виводу на базі мережі MODBUS/TCP приведена на рис. 6.4.

Для конфігурування систем на основі MODBUS TCP необхідно програмне забезпечення TIA Portal STEP 7, доповнене бібліотекою комунікаційних блоків MODBUS/TCP. Ця бібліотека може бути завантажена з прикладів S7-1200 розділу "Applications & Tools" з веб-сторінки технічної підтримки за посиланням: <http://support.automation.siemens.com>.



*Рисунок 6.4 - Система розподіленого вводу-виводу на базі мережі MODBUS/TCP*

Для конфігурування систем на основі MODBUS TCP необхідно програмне забезпечення TIA Portal STEP 7, доповнене бібліотекою комунікаційних блоків MODBUS/TCP. Ця бібліотека може бути завантажена з прикладів S7-1200 розділу “Applications & Tools” з веб-сторінки технічної підтримки за адресою: <http://support.automation.siemens.com>.

#### *AS-Interface*

AS-Interface – це промислова мережа для побудови систем розподіленого введення-виведення на рівні виробничих машин та установок, що відповідає вимогам міжнародних стандартів EN 50295 та IEC 62026-2. У її складі може використовуватися одне провідне та до 62 ведених пристроїв. Всі мережеві компоненти зв'язуються 2-жильним кабелем, через який здійснюється обмін даними та підводиться живлення до всіх мережних пристроїв. Протяжність мережі може досягати 600 м-коду.

У мережі AS-Interface програмовані контролери S7-1200 здатні виконувати лише функції провідного мережевого пристрою. Підключення до мережі здійснюється через комунікаційний модуль CP 1243-2.

Модуль CP 1243-2 забезпечує підтримку функцій провідного пристрою AS-Interface V3.0 і дозволяє здійснювати підключення до 62 дискретних та/або 31 аналогового веденого пристрою. За рахунок цього один комунікаційний процесор здатний обслуговувати до 992 дискретних та/або до 248 аналогових каналів введення-виводу. Повний цикл мережі з 62 веденими пристроями дорівнює 10 мс. Структурна схема системи розподіленого вводу-виводу на базі мережі AS-Interface приведена на рис. 6.5.

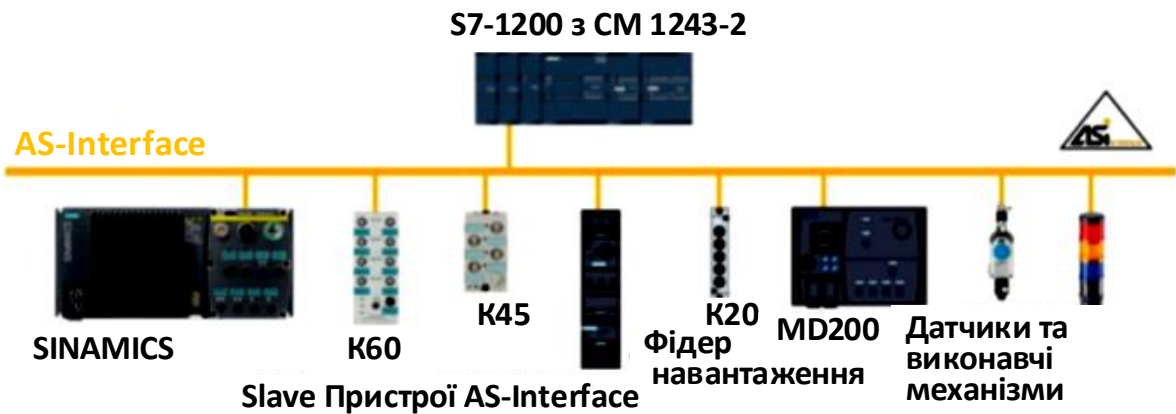


Рисунок 6.5 - Система розподіленого вводу-виводу на базі мережі AS-Interface

Більш повну інформацію про мережеве з'єднання можна знайти у каталозі Industry Mall, за посиланням <http://surl.li/webt1h>

#### *PtP з'єднання*

Безпосередні PtP (Point-to-Point - "точка до точки") з'єднання в S7-1200 підтримуються через комунікаційні модулі CM 1241 RS 232, CM 1241 RS 422/ RS 485, а також через комунікаційну плату CB 1241. через "вільно програмований порт" центрального процесора з використанням комунікаційного протоколу, що визначається користувачем. Наприклад, протоколи ASCII, USS чи MODBUS. Швидкість обміну даними може сягати 115.2 Кбіт/с. Структурна схема PtP з'єднання з протоколом ASCII приведена на рис. 6.6.



Рисунок 6.6 – Структурна схема PtP з'єднання з протоколом ASCII

Протокол ASCII дозволяє встановлювати з'єднання між S7-1200 та іншими контролерами, комп'ютерами та приладами, здатними

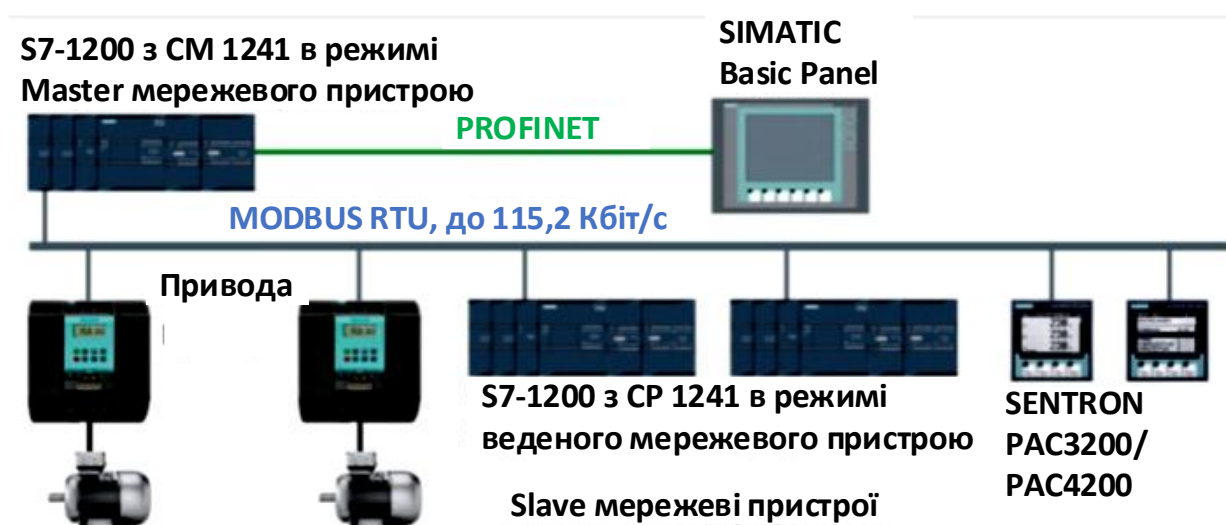
підтримувати послідовний обмін даними через інтерфейси RS 232, RS 422 або RS 485. Структура повідомлень та параметри їх передачі можуть вільно конфігуруватися, забезпечуючи високу гіб.

Необхідний набір команд для управління обміном даних ними інтегрований TIA Portal STEP 7.

### *MODBUS RTU*

У мережі MODBUS RTU програмований контролер S7-1200 здатний виконувати функції провідного чи веденого мережевого пристрою.

Структурна схема системи розподіленого вводу-виводу на базі мережі MODBUS RTU приведена на рис. 6.7



*Рисунок 6.7- Система розподіленого вводу-виводу на базі мережі MODBUS RTU*

Необхідний набір команд для управління обміном даних ними інтегрований TIA Portal STEP 7.

### *USS*

Протокол USS дозволяє виконувати обмін даними між програмованим контролером S7-1200 та приводами серій SINAMICS та MICROMASTER. До одного комунікаційного модулю CM 1241 може бути підключено до 16 приводів, до одного контролера S7-1200 - до 48 приводів. Структурна схема мережевого з'єднання з протоколом USS приведена на рис. 6.8.

Необхідний набір команд для управління обміном даними інтегрований у STEP 7 Basic від V10.5 та вище. Швидкість обміну даними може сягати 115.2 Кбіт/с.

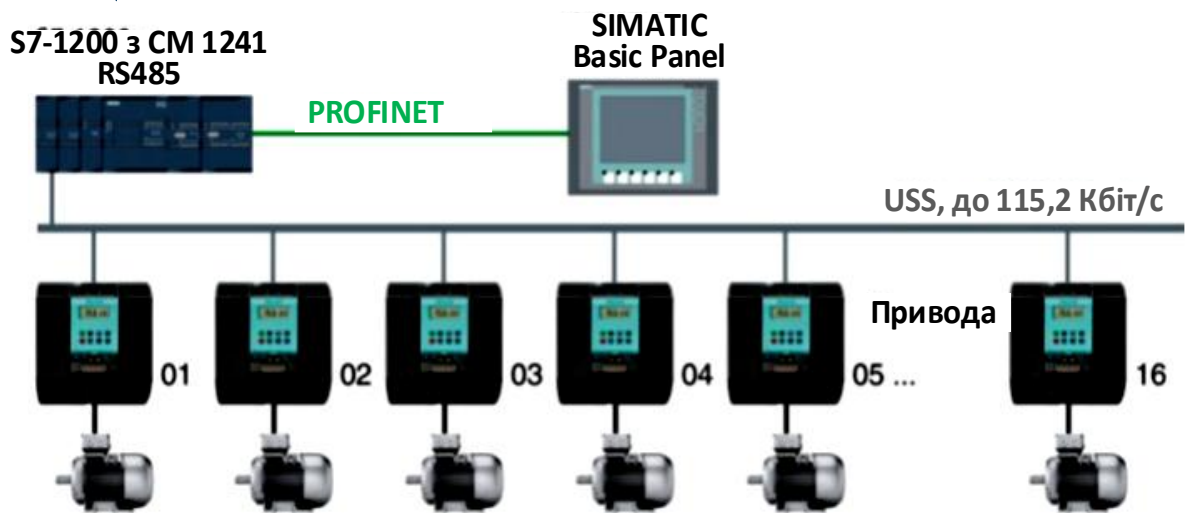


Рисунок 6.8 – Структурна схема мережевого з'єднання з протоколом USS

### Системи телеуправління

Системи телеуправління знаходять застосування автоматизації об'єктів, розташованих на великих територіях і відстанях друг від друга. До таких об'єктів можна віднести, наприклад:

- об'єкти систем водопостачання та водовідведення, електропостачання та тепlopостачання;
- об'єкти систем трубопровідного транспорту;
- вітряні та сонячні електростанції;
- берегові об'єкти тощо.

У системах телеуправління програмовані контролери S7-1200 здатні виконувати функції віддалених термінальних блоків (RTU – Remote Terminal Unit). Для інтеграції програмованих контролерів S7-1200 системи телеуправління можуть використовуватися модулі декількох типів:

- модуль CP 1242-7. Модуль GPRS модему CP 1242-7 дозволяє виконувати обмін даними з програмованим контролером S7-1200 через мобільні радіомережі GSM та використовувати контролер у складі систем телекерування Telecontrol Basic, що підтримуються програмним забезпеченням Telecontrol Server Basic. Такі системи дозволяють підтримувати обмін даними не лише зі стаціонарними, а й мобільними об'єктами.

- Модулі CP 1243-1 DNP3 та CP 1243-1 IEC.

Дозволяють інтегрувати програмований контролер S7-1200 у системи телеуправління, що підтримують обмін даними з RTU протоколами DNP3 або IEC 60870-5. Ці модулі можуть бути використані для обміну даними між S7-1200 та центрами керування на основі WinCC/PCS 7 з опціональним пакетом Telecontrol. Структурна схема мережевої реалізації системи телеуправління приведена на рис. 6.9.

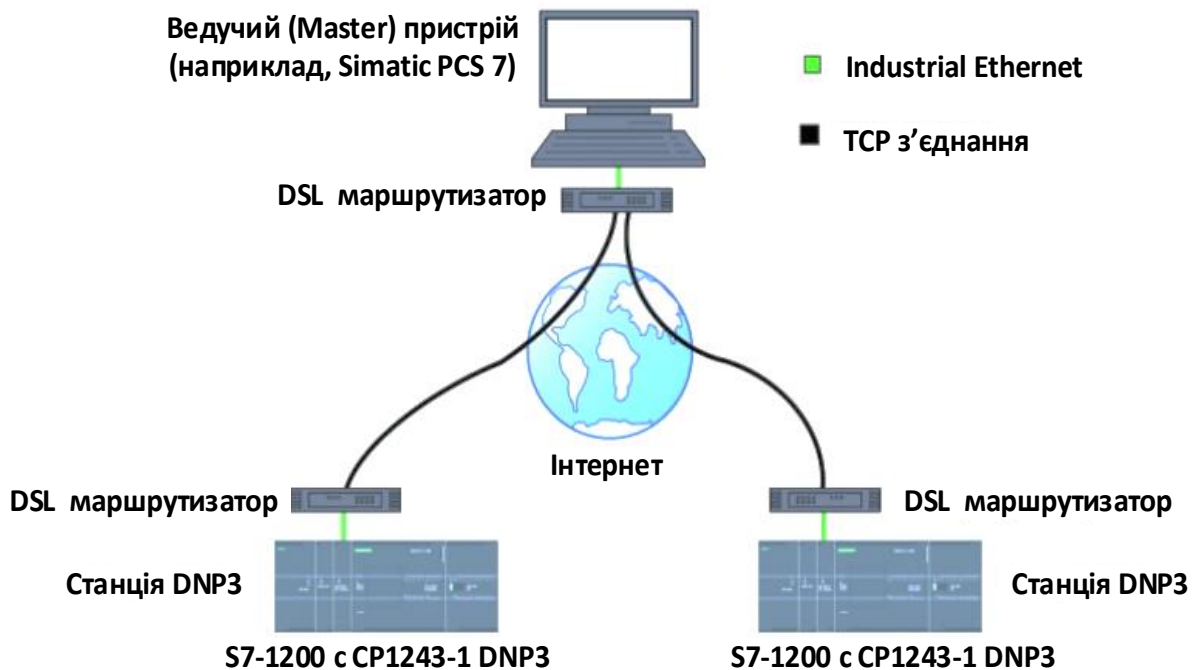


Рисунок 6.9 – Структурна схема мережевої реалізації системи телеуправління

#### Вбудований Web сервер

Всі центральні процесори S7-1200 від V2.0 оснащені вбудованим Web-сервером, (див. рис. \*.\* ) що дозволяє виконувати дистанційну діагностику програмованих контролерів з використанням стандартного Web браузера. Web-сервер забезпечує підтримку стандартних, а також конфігурованих користувачем HTML сторінок.

Стандартні HTML сторінки дозволяють отримувати доступ:

- до загальної та детальної інформації про центральний процесор;
- До інформації про склад модулів контролера;
- до інформації про мережеві адреси, фізичні властивості комунікаційних інтерфейсів, статистичні дані роботи мережі;
- до вмісту буфера діагностичних повідомлень;
- до змінних центрального процесора, входів та виходів з використанням адрес або символічних імен;
- до файлів реєстрації даних, збережених у пам'яті центрального процесора чи карті пам'яті;
- до центру оновлення операційних систем та вбудованого програмного забезпечення модулів S7-1200 (тільки в CPU від V3.0 та вище) тощо.



Рисунок 6.10 - Вбудований Web сервер

За допомогою конфігурованих користувачем HTML сторінок можуть бути вирішені будь-які інші завдання, які не підтримуються стандартними сторінками.

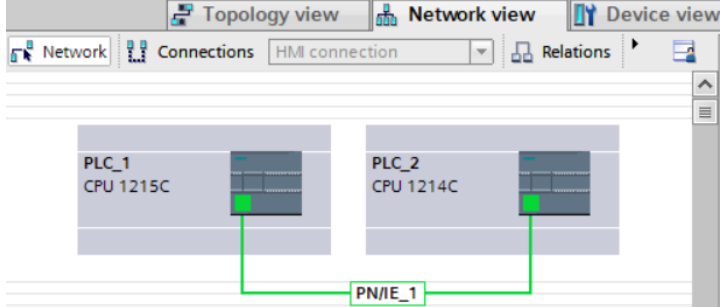
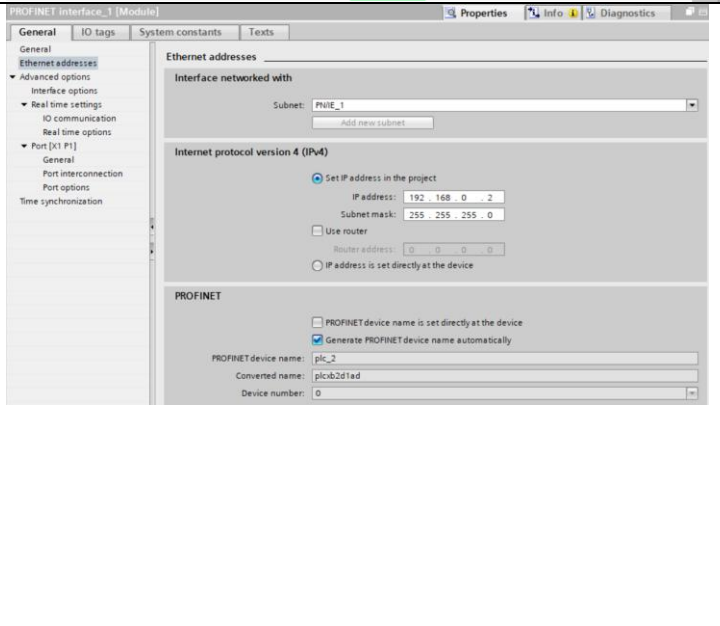
## 6.2 Конфігурування CPU S7-1200 для комунікації

S7-1200 відповідає всім вимогам щодо комунікації та передачі даних по мережі, підтримуючи не тільки прості, а й складні мережі. Крім цього, S7-1200 пропонує інструменти для комунікації з іншими пристроями, наприклад, принтерами та вагами, які використовують власні протоколи зв'язку.

Для створення мережних з'єднань між пристроями у проекті використовується "Network view [Відображення мережі]" у конфігурації пристроїв. Після створення мережного з'єднання у вкладці "Properties [Властивості]" вікна перегляду параметрів налаштовуються параметри мережі. Послідовність дій для створення мережевого з'єднання ProfiNET/Ethernet між пристроями приведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Послідовність дій для створення мережевого з'єднання ProfiNET/Ethernet

Послідовність дій	Результат
Виберіть "Network view [Відображення мережі]" відображення пристроїв, що підлягають з'єднанню.	
Виберіть порт на одному пристрої та протягніть з'єднання до порту другого пристрою затиснувши ліву кнопку миші.	

Послідовність дій	Результат
Відпустіть кнопку миші, щоб створити з'єднання.	
Після конфігурації стійки з CPU конфігуруються параметри інтерфейсу PROFINET. Для цього клацніть на зеленому полі PROFINET на CPU, щоб вибрати порт PROFINET. У вкладці "Properties [Властивості]" вікна перегляду параметрів відображається порт PROFINET Обрати "Ethernet-adresses". STEP 7 відображає діалог для конфігурування Ethernet адреси, в якій програмному проекту надається IP-адреса модуля CPU, в який завантажується проект.	


### Конфігурування IP-адреси

- *Адреса Ethernet* (MAC-адреса): У мережі PROFINET кожному пристрою для ідентифікації виробником призначається адреса керування доступом до середовища передачі даних (MAC-адреса, Media Access Control address). MAC-адреса складається з шести груп по дві шістнадцяткові цифри в кожній, відокремлених один від одного дефісами (-) або двокрапками (:), в порядку передачі (наприклад, 01-23-45-67-89-AB або 01:23:45:67:89:AB).

- *IP-адреса*: Кожен пристрій повинен мати протокольну адресу Інтернет (Internet Protocol address, IP-адреса). Ця адреса дозволяє пристрою постачати дані через складніші, маршрутизовані мережі.

Кожна IP-адреса ділиться на чотири сегменти по 8 біт у кожному і представляється в десятковому форматі з розділовими точками (наприклад, 211.154.184.16). Перша частина IP-адреси є ідентифікатором мережі ID (у якій мережі ви?), а друга частина адреси є ідентифікатором хоста (унікальний для кожного пристрою в мережі). IP-адреса 192.168.x.y є стандартним позначенням, яке розпізнається як частина приватної мережі, яка не знаходиться в Інтернеті.

- *Маска підмережі*: Підмережа – це логічне угруповання пов'язаних між собою мережевих пристроїв. Абоненти (вузли)



підмережі зазвичай знаходяться у фізичній близькості один від одного в одній локальній мережі (Local Area Network, LAN). Маска (мережева маска або маска підмережі) визначає межі підмережі IP.

Маска підмережі 255.255.255.0 зазвичай підходить для малої локальної мережі. Це означає, що всі IP-адреси в цій мережі мають однакові перші 3 октети, і різні пристрої в цій мережі ідентифікуються останнім октетом (8-бітовим полем). Прикладом цього є призначення маски підмережі 255.255.255.0 та IP-адрес від 192.168.2.0 до 192.168.2.255 пристроїв малої локальної мережі.

Єдине з'єднання між різними підмережами здійснюється через маршрутизатор. Якщо використовуються підмережі, то має використовуватись IP-маршрутизатор.

- *IP-маршрутизатор*: Маршрутизатори є сполучною ланкою між локальними мережами. За допомогою маршрутизатора комп'ютер у локальній мережі може надсилати повідомлення до інших мереж, за якими, можливо, є інші локальні мережі. Якщо одержувач даних не знаходиться в цій локальній мережі, маршрутизатор передає дані далі в іншу мережу або групу мереж, де вони можуть бути доставлені одержувачу.

Для передачі та прийому пакетів даних маршрутизаторам потрібні IP-адреси.

- *Властивості IP-адрес*: У вікні властивостей (Properties) виберіть запис "*Ethernet address* [Адреса Ethernet]". Портал комплексної автоматизації (TIA-портал) відображає діалогове вікно для конфігурування адреси Ethernet, в якій ви проектного програмного забезпечення ставите у відповідність IP-адресу CPU, в яку завантажується проект.

Примітка:

У CPU немає заздалегідь налаштованої IP-адреси. Тому IP-адреса для CPU призначається вручну. Якщо CPU підключено до маршрутизатора або мережі, потрібно також ввести IP-адресу маршрутизатора. Всі IP-адреси конфігуруються під час завантаження проекту.

Параметри для IP-адреси приведено в таблиці 6.2.

*Таблиця 6.2 - Параметри для IP-адреси приведено*

Параметр	Опис
<i>Subnet</i> [підмережа]	Ім'я підмережі, до якої підключено пристрій. Щоб створити нову підмережу, натисніть кнопку " <i>Add new subnet</i> [Додати нову підмережу]". За замовчуванням "Не підключено". Можливі два типи з'єднання: - Налаштування за замовчуванням " <i>Not connected</i> " надає локальне з'єднання. - Підмережа необхідна, якщо мережа містить два або

	більше пристроїв	
<i>IP protocol</i>	IP address	Призначення IP-адреси CPU
	Subnet mask [Маска підмережі]	Призначення маски підмережі
	Use IP router [Використовувати IP-маршрутизатору]	Активувати тригерну кнопку, якщо використовується IP-маршрутизатор
	Router address [Адреса маршрутизатора]	Призначення IP-адреси маршрутизатора

### 6.3 Методика налаштування комунікації CPU S7-1500 з інтелектуальними відомими пристроями

#### 6.3.1 Огляд

Конфігурація мережі дозволяє графічне відображення (на екрані) і графічну документацію (на папері) налаштованих мереж і їхніх станцій. Конфігурація мережі є частиною конфігурації пристрою. Якщо станція PLC працює самостійно, без станції HMI і без передачі даних на інші станції PLC, конфігурація мережі не потрібна. Підключення програматора для передачі програми користувача та для тестування програми також не потребує налаштування.

Для доступу до конфігурації мережі, коли проект відкрито в поданні порталу необхідно через [Devices & networks «Пристрої та мережі»] та [Configure networks «Налаштувати мережі»] або в поданні «Project» за допомогою редактора [Devices & networks «Пристрої та мережі»], який розташований у дереві проекту під проектом. У робочому вікні конфігурації пристрою перейдіть на вкладку [Network View – «Перегляд мережі»] (рис. 6.11).

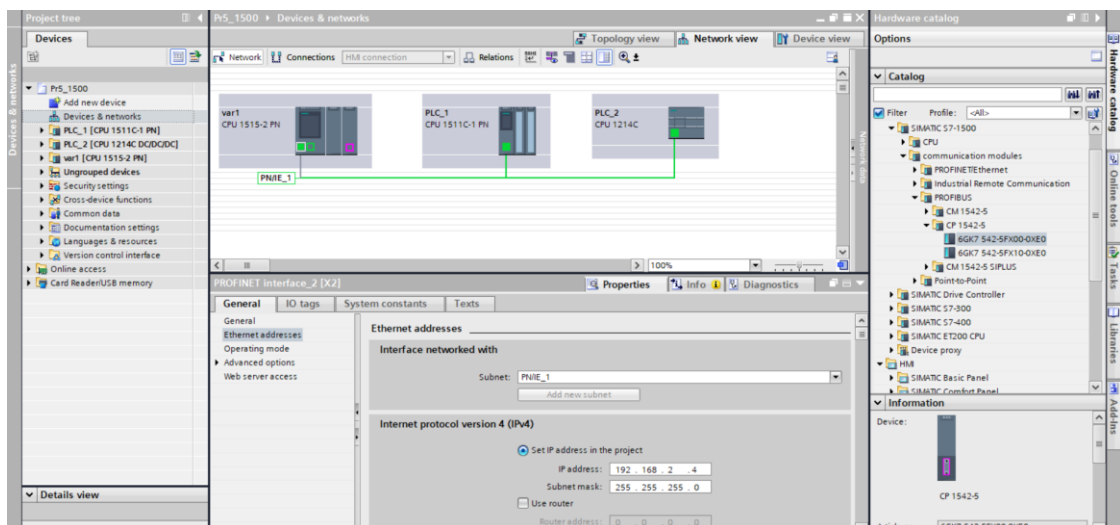


Рисунок 6.11 - Приклад робочої області конфігурації мережі (Network view – «Перегляд мережі»)

У верхній частині робочого вікна мережеве подання графічно відображає всі станції ПЛК, ПК і HMI, присутні в проекті, а також мережу, якщо це вже було налаштовано під час налаштування пристрою. Нижня частина робочого вікна (закрита і невидима на рисунку) містить вкладки [Network overview – «Огляд мережі»], [Connections, - «З'єднання»], [I/O communication – «Зв'язок вводу/виводу»] та [VPN]. Інші станції можна перетягнути у [Hardware catalog – «Каталогу обладнання»] в робочій області і за потреби додати їх до проекту. Інформація про обраний об'єкт відображається під каталогом обладнання. Якщо вибрати об'єкт у робочому вікні, у вікні інспектора відобразяться властивості об'єкта.

### 6.3.2 Підключення станції до мережі

«Об'єднання в мережу» станцій відповідає з'єднанню модулів з можливістю зв'язку, тобто встановлюється механічне з'єднання. Для передачі даних по кабелю додатково потрібне логічне підключення. Логічне з'єднання визначає параметри передачі між модулями.

У робочому вікні редактора конфігурації відображаються існуючі станції з модулями з можливістю зв'язку. Інтерфейси для підмереж виділені.

#### Додавання станції в конфігурації мережі

У [Hardware catalog «Каталозі обладнання»] в розділі [Controllers > SIMATIC S7-1500 > CPU > [folder: CPU 15xx...]] > [CPU]] виберіть потрібний CPU і перетягніть його мишкою в робочу область. На рис. 6.12 зображено центральний процесор із наявними шинними інтерфейсами як представник повної станції ПЛК.

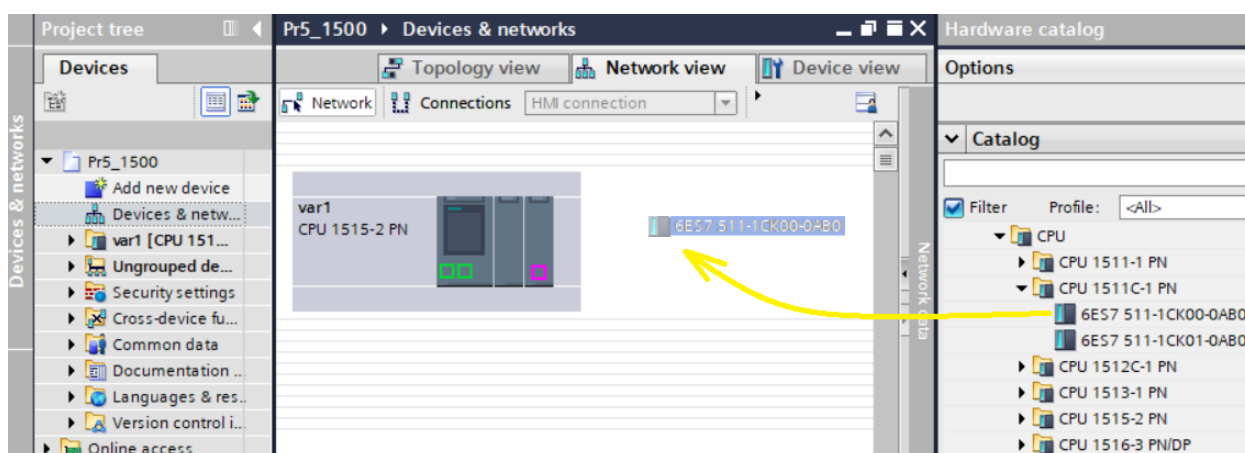


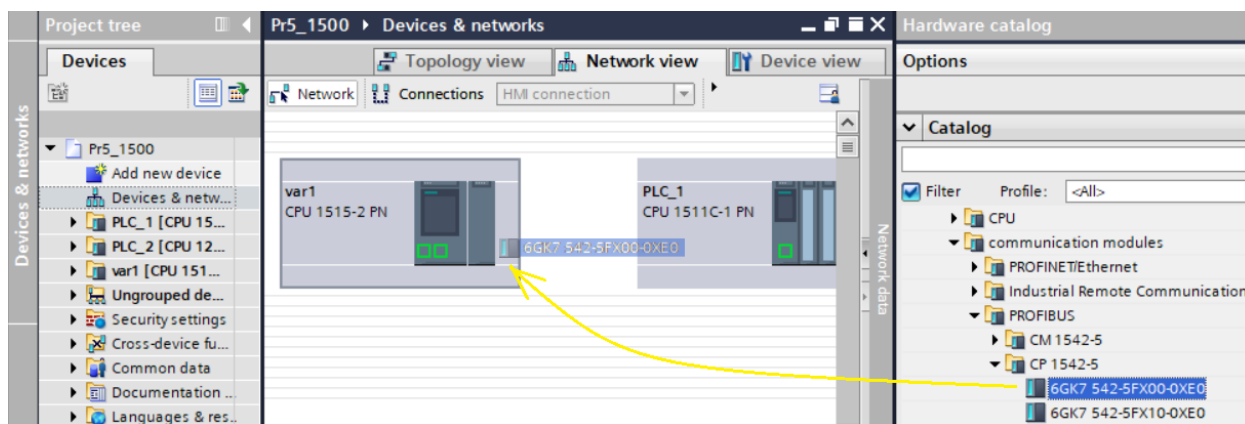
Рисунок 6.12 – Додавання станції в конфігурації мережі

При перетягуванні CPU до існуючої підмережі та якщо CPU має інтерфейс, що відповідає підмережі, під час додавання інтерфейс

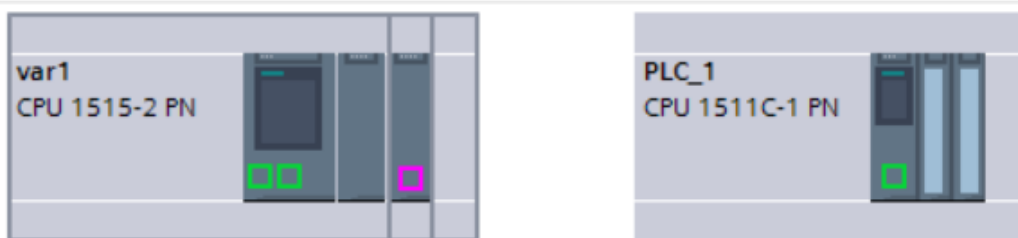
безпосередньо підключається до підмережі.

### *Додавання комунікаційного модуля в конфігурацію мережі*

У [Hardware catalog «Каталозі обладнання»] забезпечення в розділі [Controllers > SIMATIC S7-1500 > Communication modules > [folder: Subnet] > [folder: Modules] > [Module]] виберіть потрібний комунікаційний модуль і перетягніть його мишкою на графіку станції в робочій області. Модуль показано з наявними інтерфейсами шини на станції ПЛК поруч із центральним процесором (див. рис. 6.13).



*Результат*



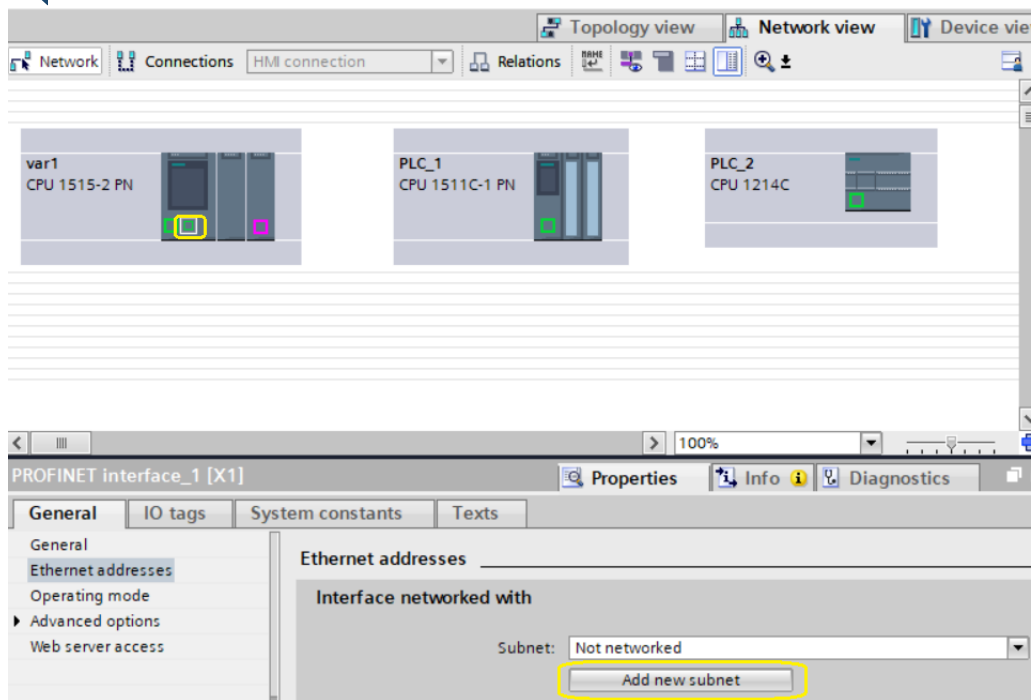
*Рисунок 6.13 - Додавання комунікаційного модуля в конфігурацію мережі*

Комунікаційний модуль CM, доданий таким чином, розміщується редактором конфігурації в найнижчому вільному слоті в стійці.

При перетягуванні модулю CM до існуючої підмережі та якщо модуль CM має інтерфейс, що відповідає підмережі, інтерфейс підключається безпосередньо до підмережі під час додавання, а модуль CM відображається окремо як графіка. У *Device view* модуль CM розміщується в стійці, яка в іншому випадку порожня.

### *Додавання підмережі*

Виберіть потрібний інтерфейс шини на графічному зображенні станції, а потім виберіть команду *Add subnet* з контекстного меню. Таким чином додається підмережа, що відповідає інтерфейсу шини (див. рис. 6.14).



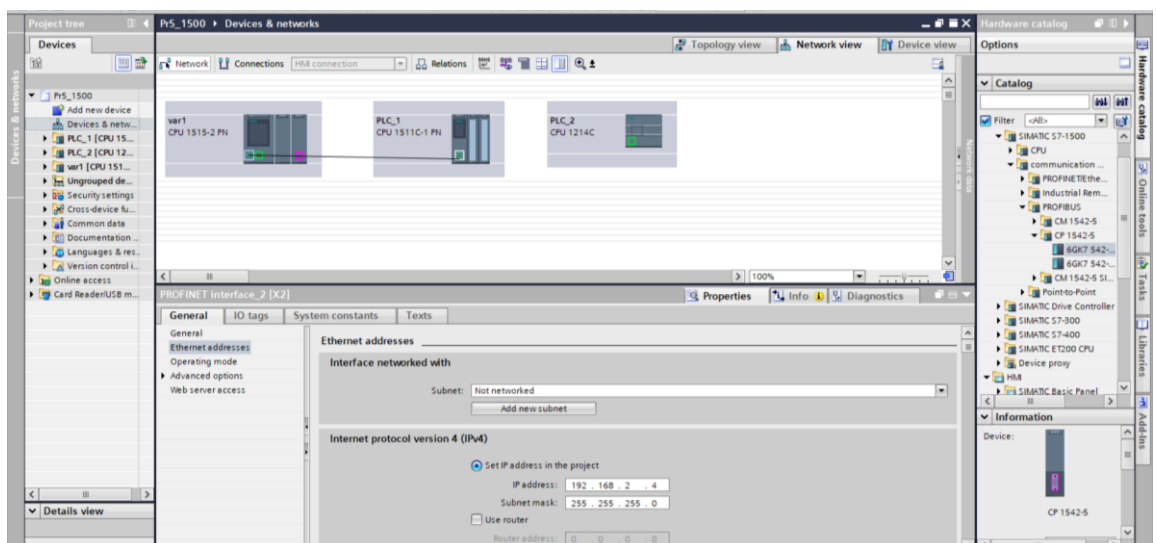
*Рисунок 6.14 - Додавання підмережі*

### *Підключення станції в мережу*

Натисніть кнопку «Network» на панелі інструментів робочого вікна, щоб підключити станції до мережі

Якщо підмережу ще не створено, виберіть інтерфейс шини на одній із станцій і перетягніть його на інтерфейс шини іншої станції, яка відповідає підмережі. Потім додається підмережа; інтерфейси з'єднані кольоровою лінією (див. рис. 6.15).

Якщо відповідна підмережа вже присутня, виберіть інтерфейс шини на станції та перетягніть його в підмережу. Інтерфейс підключається до підмережі кольоровою лінією.



*Рисунок 6.15 - Підключення станції в мережу*

## Властивості мережі Ethernet

Конфігурація мережі показує з'єднання Ethernet між декількома станціями як лінійне шинне з'єднання: усі станції висять на одній лінії. Насправді з'єднання Ethernet — це з'єднання «точка-точка» між станціями: кожна станція підключена рівно до однієї станції-партнера. Інтерфейс PROFINET CPU 1500 має два порти, які з'єднані між собою вбудованим комутатором. Лінійна мережа може бути створена таким чином (див. рис. 6.16).

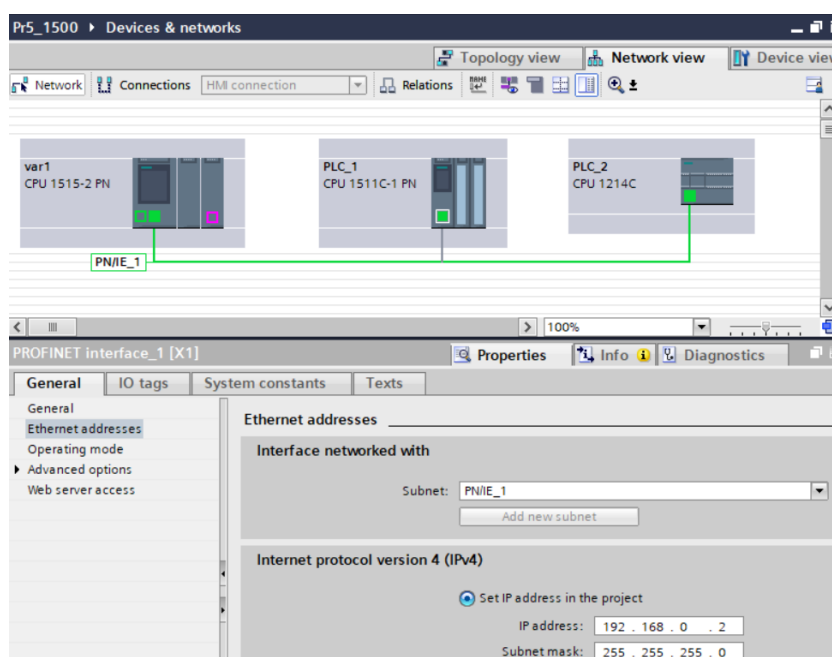


Рисунок 6.16 - Конфігурація мережі Ethernet між декількома станціями як лінійне шинне з'єднання

Окремі порти відображаються в області перегляду топології, їх можливо з'єднати між собою та встановити їхні властивості (див. рис. 6.17).

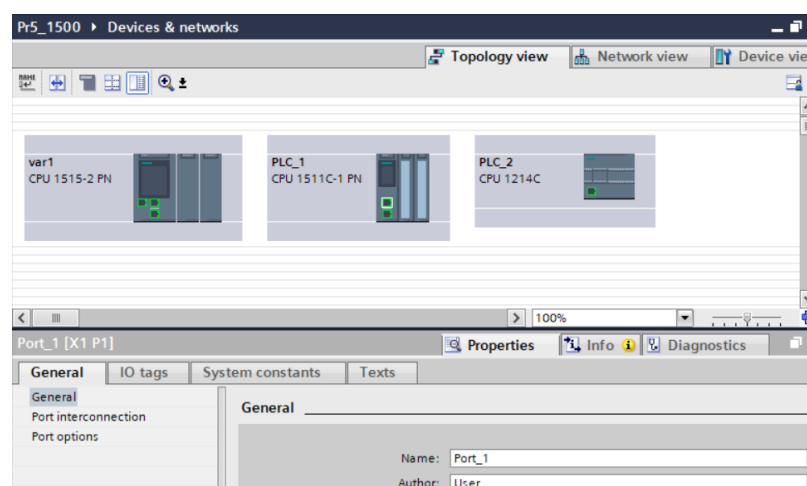
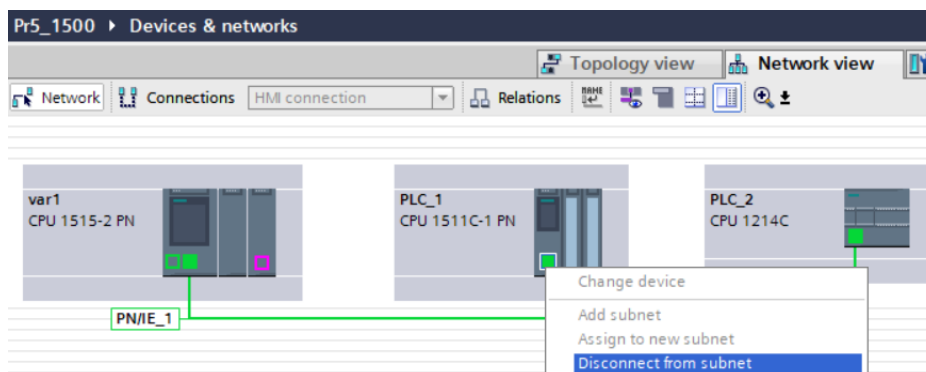


Рисунок 6.17 – Відображення портів в області перегляду топології

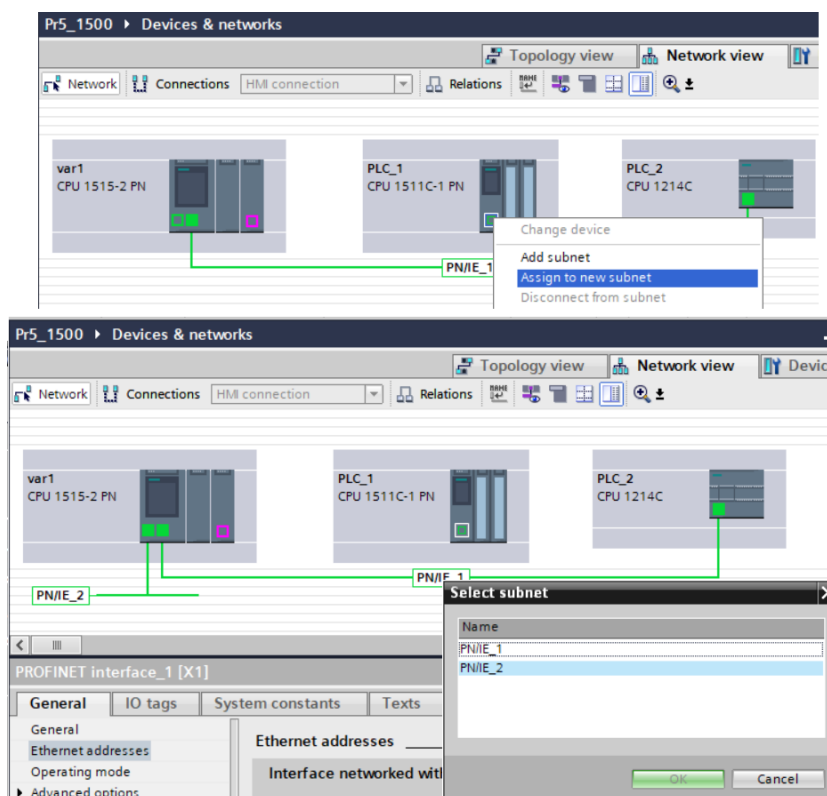
*Відключення модуля від підмережі або призначення його іншій підмережі*

Якщо необхідно відключити модуль від підмережі, виберіть інтерфейс шини, а потім команду [Disconnect from subnet – «Відключити від підмережі»] в контекстному меню. Якщо всі модулі були відключені від підмережі, вона відображається як ізольована підмережа у верхньому лівому куті робочої області (див. рис. 6.18).



*Рисунок 6.18 - Відключення модулю від підмережі*

Якщо необхідно призначити модуль новій підмережі, виберіть інтерфейс шини, а потім у контекстному меню виберіть команду [Assign to new subnet – «Призначити нову підмережу»]. Якщо доступно кілька відповідних підмереж, виберіть потрібну з відображеного списку.




*Рисунок 6.19 - Призначення модулю до новій підмережі*

### 6.3.3 Адреси вузлів у підмережі

Кожному модулю – кожному «вузлу» – підключеному до підмережі, потрібна однозначна адреса в підмережі («адреса вузла»), за допомогою якої можна звертатися до модуля в підмережі. Призначаючи адреси вузлів, слід звернути увагу на особливі властивості пов'язаної підмережі.

#### Відображення адрес вузлів

Щоб відобразити адреси вузлів у вікні «*Network view*», клацніть на панелі інструментів робочого вікна піктограму  [Show address labels «Показати мітки адрес»]. У поданні «*Network view*» відображається назва підмережі та адреса вузла. Якщо інтерфейс шини не підключено до підмережі, відображається лише адреса вузла (див. рис. 6.20)

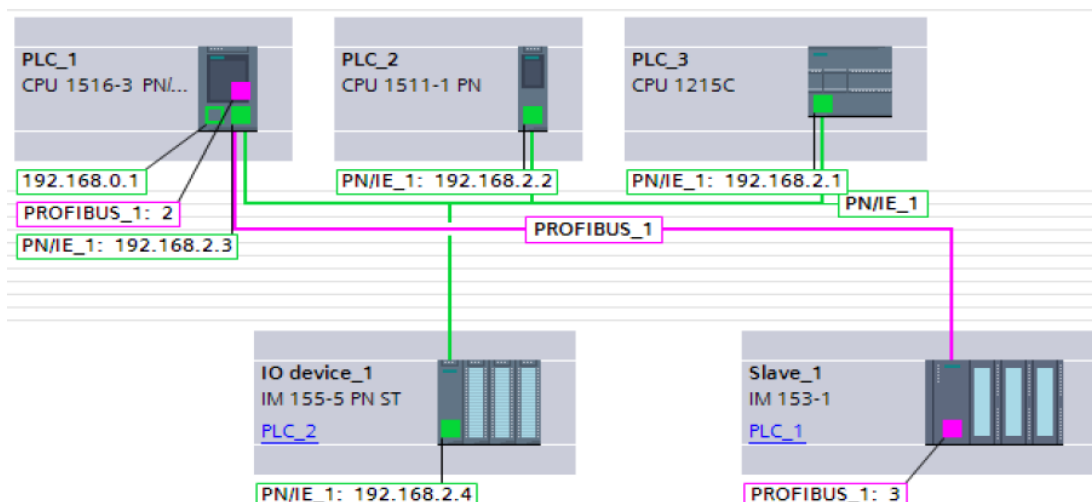


Рисунок 6.20 - Відображення адрес вузлів

#### Встановлення адрес вузлів

Під час підключення модуля до мережі редактор конфігурації автоматично встановлює адресу наступного невикористаного вузла для інтерфейсу шини. Можливо змінити цю автоматично призначену адресу у властивостях модуля у вікні інспектора з вибраним інтерфейсом шини (див. рис. 6.21).

### 6.3.4 Комунікаційні сервіси та види підключення

Тип з'єднання визначає протокол обміну даними. Ви вибираєте тип з'єднання під час налаштованого налаштування з'єднання, залежно від послуги зв'язку, яка має здійснюватися. Тип підключення визначається функціями зв'язку під час запрограмованого налаштування (табл. 6.3).

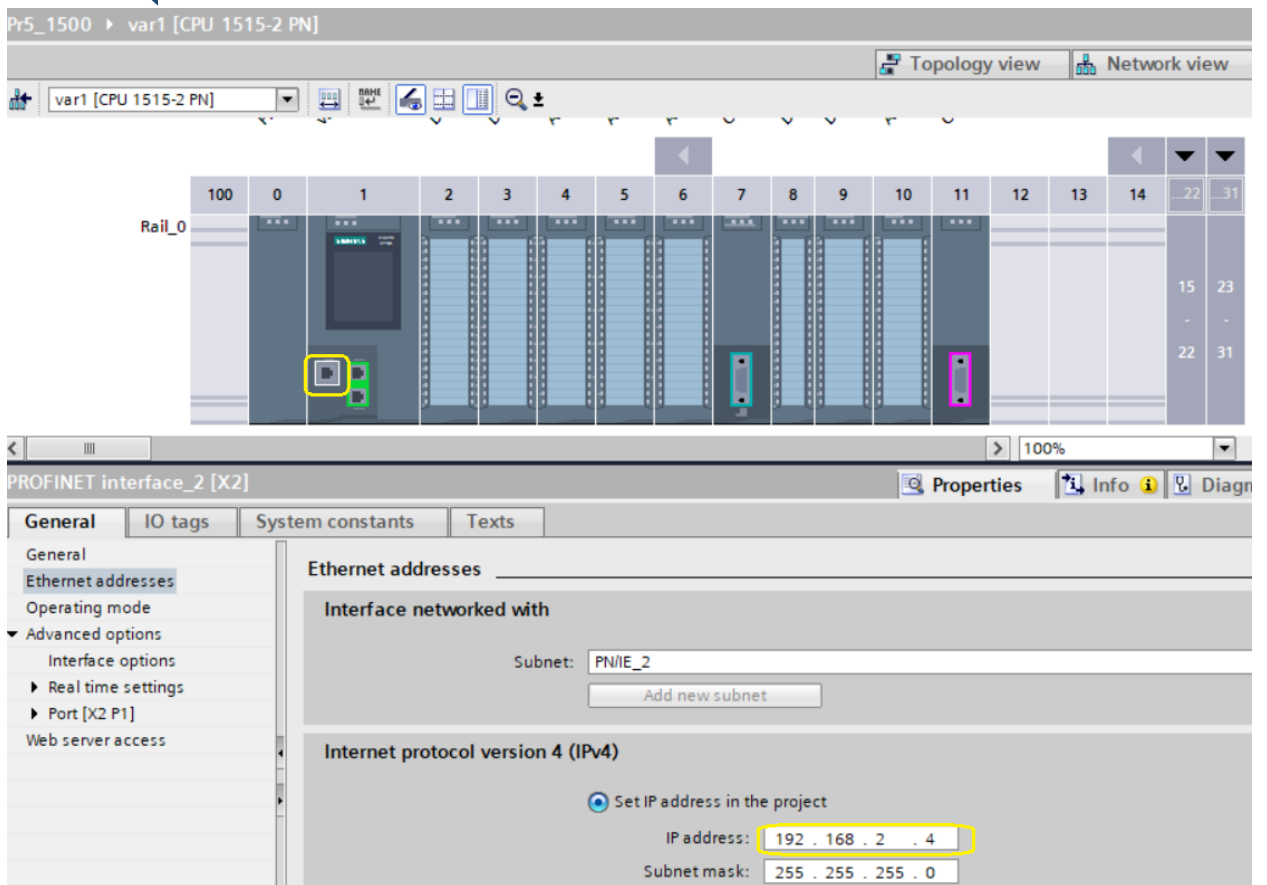


Рисунок 6.21 – Встановлення адрес вузлів

Таблиця 6.3 – Комунікаційні сервіси та види підключення

Комунікаційний сервіс	Тип підключення	Налаштування підключення	Підмережа
PG		автоматично	PN DP
HMI	HMI підключення	конфігурація автоматично	PN DP
Відкрита комунікація з користувачем через TCP/IP	TCP підключення	конфігурація програмно	PN
через ISO-on-TCP	ISO-on-TCP підключення	конфігурація програмно	PN
через UDP	UDP підключення	конфігурація програмно	PN
через ISO <sup>1)</sup>	ISO підключення	конфігурація	PN
через FDL <sup>2)</sup>	FDL підключення	конфігурація	DP
E-mail	-	програмно	PN
FTP <sup>1)</sup>	-	програмно	PN
S7 комунікація	S7 підключення	конфігурація	PN DP
Point-to-Point комунікація	-	програмно	PtP

<sup>1)</sup> CP 1543-1

<sup>2)</sup> CP 1542-5

Зв'язок PG використовується для підключення пристрою програмування до станції PLC. Необхідне підключення автоматично встановлюється під час налаштування режиму онлайн. Дані можуть



передаватися через підмережу PROFINET або PROFIBUS і через шлюз підмережі.

Зв'язок HMI використовується для підключення пристрою HMI до станції PLC. Коли пристрій HMI ініціює режим онлайн зі станцією ПЛК, необхідне з'єднання встановлюється автоматично. Сконфігуроване підключення HMI необхідне для того, щоб мати можливість налаштувати обмін даними між станцією PLC і станцією HMI..

Відкрита комунікація користувача використовується для обміну даними між станціями ПЛК або із зовнішніми пристроями. Це відбувається через PROFINET (виняток: відкрите спілкування користувача через FDL). З'єднання TCP, ISO-on-TCP і UDP можна запрограмувати як за допомогою редактора конфігурації, так і за допомогою функцій зв'язку. Комунікаційні функції потрібні в обох випадках. Налаштовані підключення є статичними та постійно призначаються ресурсам підключення. Запрограмовані підключення можливо налаштовувати динамічно, а ресурси підключення можна звільняти після передачі даних.

Для передачі даних через Industrial Ethernet використовується відкрита комунікація користувача через ISO. Комунікаційний модуль CP 1543-1 може обмінюватися даними з пристроями, які підтримують транспортне з'єднання ISO. Даний тип комунікації підходить для великих обсягів даних, які підтверджуються після отримання. Інтерфейси в програмі користувача станції S7 є SEND/RECEIVE і FETCH/WRITE. Для ПК-станцій існують C-функції для транспортних служб ISO.

Для передачі даних через PROFIBUS FDL використовується відкрита комунікація користувача через FDL (Fieldbus Data Link). Модуль зв'язку CM 1542-5 може обмінюватися даними з пристроями, які підтримують надсилання або отримання даних відповідно до функції SDA (Send Data with Acknowledge). Отримання даних підтверджується. Інтерфейс у програмі користувача станції S7 – SEND/RECEIVE. Для ПК-станцій існують C-функції для послуг FDL.

За допомогою E-mail комунікації дані процесу можна надсилати електронною поштою через Industrial Ethernet. Необхідне підключення програмується за допомогою комунікаційної функції TMAIL\_C (.

Зв'язок S7 використовується для обміну даними між станціями ПЛК через PROFINET або PROFIBUS. Підключення S7 налаштовується за допомогою редактора конфігурації. Комунікаційними функціями для одностороннього налаштованого підключення є PUT і GET. Для двостороннього налаштованого підключення це BSEND/BRCV і USEND/URCV.

Зв'язок «Point-to-Point» передає дані через послідовне з'єднання «Point-to-Point». Комунікаційні модулі CM PtP обробляють трафік даних через порт RS 232 або RS 422/485. З'єднання PtP програмується за допомогою функцій зв'язку.

### 6.3.5 Налаштування підключення

Щоб налаштувати підключення, натисніть кнопку «Connections» на панелі інструментів робочого вікна та виберіть тип підключення у списку поруч. Пристрої, придатні для цього типу підключення, відображаються виділеними у вікні «Network view» (див. рис. 6.22).

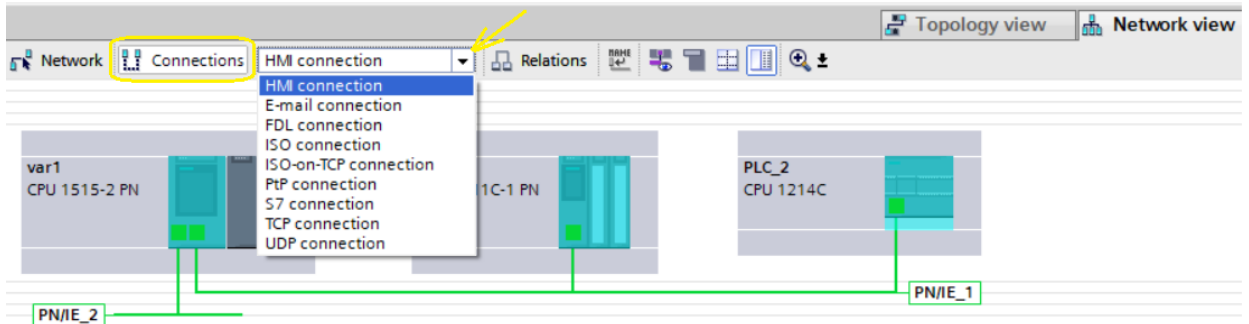


Рисунок 6.22 – Налаштування підключення

Клацніть лівою кнопкою миші на станції, перетягніть лінію сполучення з натиснутою кнопкою миші на іншу станцію та відпустіть кнопку. Підключення з назвою підключення відображається у вигляді синьо-білої візерункової лінії. Якщо мережа не налаштована, відповідна підмережа буде створена автоматично. За допомогою одного кабелю можна створити кілька логічних з'єднань. Потім ці з'єднання також присутні в таблиці з'єднань на вкладці З'єднання в нижній частині робочого вікна (див. рис. 6.23).

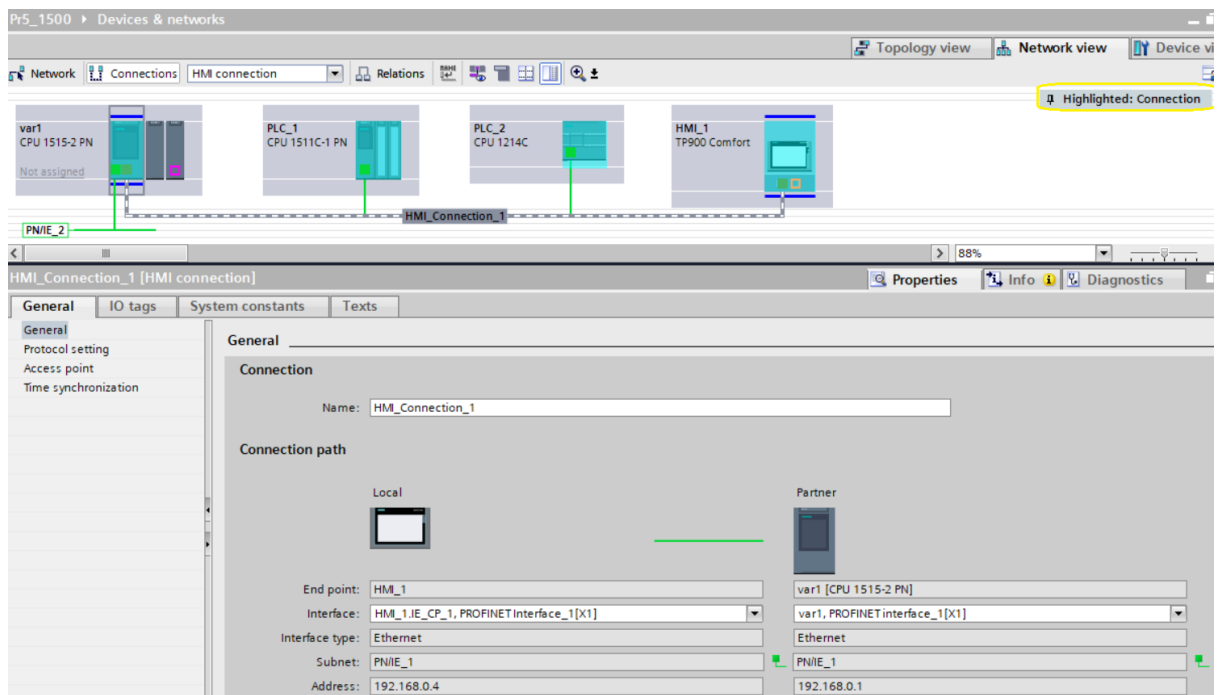



Рисунок 6.23 - Відображення з'єднання HMI в конфігурації мережі



Якщо необхідно визначити, які підключення було створено в підмережі, натисніть кнопку «*Connections*» та перемістіть курсор до підмережі на графічному дисплеї. Для відображення у Network view підключень, необхідно обрати одно з перелічену у вікні спливаючу підказку, це підключення відобразиться.

#### *Властивості підключення*

Комунікаційний зв'язок однозначно визначається за допомогою “connection ID”. У програмі комунікаційних функцій цей ідентифікатор з'єднання визначає підключення, через яке мають передаватися дані. Ідентифікатор підключення може мати різні значення в двох партнерах підключення.

Партнери підключення, шлях з'єднання та адреси вузлів відображаються у вікні інспектора на вкладці [*Properties* - «Властивості»] в розділі [*General* - «Загальні»]. На рис. 3.54 показано властивості підключення для підключення HMI. Якщо станція має кілька відповідних інтерфейсів, мждиво вибрати відповідний із списку, що випадає. У нижній частині вкладці властивостей можливо встановити додаткові властивості підключення залежно від типу підключення

#### *Ресурси підключення*

Для кожного з'єднання потрібні ресурси підключення (області пам'яті в операційній системі модуля) для кінцевої точки з'єднання та для точки переходу в модулі SM/CP. Наприклад, одне з'єднання зайнято в CPU, якщо функції S7 виконуються через інтерфейс шини CPU; ті самі функції через інтерфейс шини модуля CP займають по одному ресурсу підключення в модулі CP і в CPU.

Кожен процесор має певну кількість можливих підключень. На використання ресурсів підключення діють обмеження та правила. Наприклад, не кожен ресурс підключення можна використовувати для кожного типу підключення. З'єднання зарезервовано для зв'язку PG, зв'язку HMI та зв'язку з WEB-сервером. Їх не можна використовувати для інших цілей.

Доступні ресурси підключення залежать від центрального процесора та використовуваних комунікаційних модулів і не повинні перевищувати визначену верхню межу для станції ПЛК.

Ресурси підключення станції S7-1500 відображаються у властивостях CPU. На дисплеї також відображаються ресурси підключення існуючих комунікаційних модулів (див. рис. 6.24).

### **6.3.6 Налаштування підмережі PROFINET**

Інтерфейс X1 CPU 1500 є інтерфейсом PROFINET, який може функціонувати в режимах контролера вводу-виводу та пристрою

вводу-виводу додатково до передачі даних через Industrial Ethernet. Інтерфейс має два порти, які з'єднані між собою комутатором. CPU 1516 має другий PN-інтерфейс X2 тільки для передачі даних через Industrial Ethernet. Тому в цьому інтерфейсі відсутні параметри налаштування для PROFINET IO. Цей інтерфейс має лише один порт. Крім того, комунікаційні модулі CP 1543-1 можуть працювати на станції S7-1500 для передачі даних в Industrial Ethernet.

	Station resources		Module resources		Module resources	
	Reserved	Dynamic	var1 [CPU 1515-2 PN]	CP 1542-5_1 [CP 1542-5]		
Maximum number of resources:	10	134	128	16		
	Maximum	Configured	Configured	Configured		
PG communication:	4	-	-	-		
HMI communication:	4	2	0	0		
S7 communication:	0	-	0	0		
Open user communication:	0	-	0	0		
Web communication:	2	-	-	-		
OPC UA client/server communication:	0	-	-	-		
Other communication:	-	-	0	0		
Total resources used:	2	0	2	0		
Available resources:	8	134	126	16		

Рисунок 6.24 - Ресурси підключення станції S7-1500

Щоб налаштувати підмережу PROFINET, перетягніть PN-інтерфейс однієї станції до PN-інтерфейсу іншої станції за допомогою миші (див. рис. 3.44). Підмережа PROFINET буде створена автоматично. Також можливо перетягнути інтерфейс PN до існуючої підмережі PROFINET (див. рис. 3.46).

#### Налаштування властивостей підмережі PROFINET

Щоб установити властивості, виберіть підмережу PROFINET, а потім вкладку Властивості у вікні інспектора. У розділі «[General – Загальні]» можливо надати інше ім'я підмережі, а також змінити ідентифікатор підмережі (subnet ID), якщо потрібно.

У розділі [Domain management – «Керування доменом»] збираються групи вузлів для зв'язку в реальному часі ([Sync domains – «Домени синхронізації»]) і резервування медіа ([MRP domains – «Домени MRP»]).

#### Налаштування властивостей інтерфейсу PN

Щоб встановити властивості, виберіть інтерфейс PN, а потім вкладку [Properties – «Властивості»] у вікні інспектора. У розділі

[General – Загальні] можливо надати іншу назву для інтерфейсу. У розділі [Ethernet addresses - Ethernet-адреси] встановлюється IP-адреса та маска підмережі CPU (див. рис. 6.25).

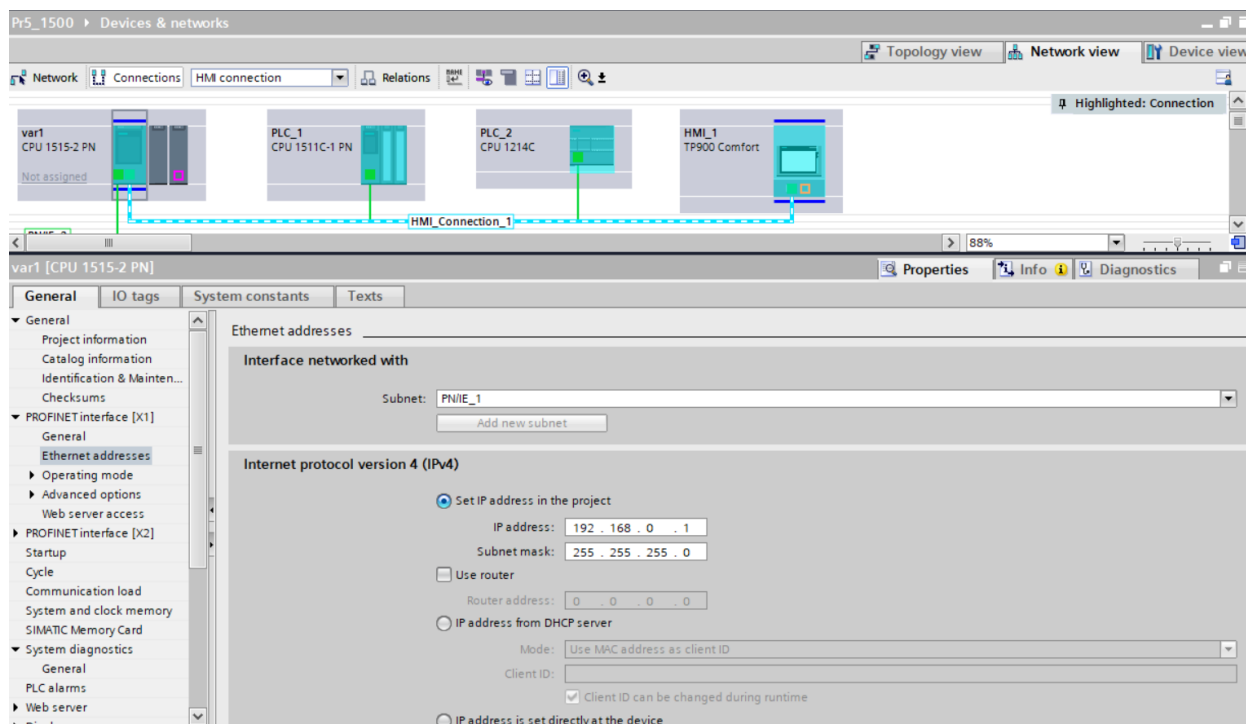


Рисунок 6.25 - Приклад вікна властивостей інтерфейсу PN для PROFINET IO

### *Ethernet address (MAC address)*

MAC-адреса (Media Access Control) — це однозначна адреса, призначена пристрою та визначена виробником. Він складається з трьох байтів з ідентифікатором виробника та трьох байтів з ідентифікатором пристрою. MAC-адреса зазвичай друкується на пристрої та призначається останньому під час налаштування – якщо це ще не було зроблено на заводі. Байти призначаються в шістнадцятій річній формі (символи від 0 до F), де окремі байти розділені двокрапками; приклад: 01:23:45:67:89:AB.

### *IP адреса та маска підмережі*

Для кожної станції в підмережі Industrial Ethernet, яка використовує протокол TCP/IP, потрібна IP-адреса (протокол Інтернету). IP-адреса має бути унікальною в підмережі. IP-адреса складається з чотирьох байтів, кожен розділений крапкою. Кожен байт представлений у вигляді десяткового числа від 0 до 255.

IP-адреса складається з адреси підмережі та адреси станції. Внесок мережевої адреси в IP-адресу визначається маскою підмережі. Вона складається, як і IP-адреса, з чотирьох байтів, які зазвичай мають значення 255 або 0. Байти зі значенням 255 у масці підмережі

визначають адресу підмережі, байти зі значенням 0 визначають адресу вузла (див. рис. 6.26).

IP address	192	198	1	3	Адреса підмережі вирівнюється за лівим краєм в IP-адресі та генерується шляхом побітової операції І IP-адреси з маскою підмережі.
Subnet mask	255	255	0	0	
Subnet address	192	168	0	0	Бітові позиції маски підмережі, зайняті «1», повинні бути вирівняні за лівим краєм без пропусків.
Station address	0	0	1	3	

Рисунок – 6.26 Приклад структури IP-адреси

Значення, відмінні від 0 і 255, також можна призначити в маску підмережі, тим самим ще більше розділяючи обсяг адреси. Біти з «1» повинні бути зайняті, починаючи зліва, без пропусків.

IP-адреса призначається одноразово для контролера вводу-виводу під час конфігурації за допомогою апаратної конфігурації для вузлів системи PROFINET IO. Починаючи з цього, апаратна конфігурація призначає IP-адреси пристроям вводу-виводу в порядку зростання.


#### *Назва пристрою, номер пристрою*

Кожен контролер вводу-виводу та кожен пристрій вводу-виводу мають назву пристрою (device name). Назва пристрою стандартно складається з назви використовуваного CPU, номера інтерфейсу та назви системи PROFINET IO: <CPU>.<Interface>.<IO system>. Ви можете змінити назву відповідного компонента в його властивостях.

Номер інтерфейсу використовується, лише якщо центральний процесор має більше одного інтерфейсу PN. Ім'я системи вводу/виводу може бути автоматично додано до імені пристрою, розділеного крапкою. Для цього встановіть прапорець [Use name as extension for PROFINET device name checkbox – «Використовувати ім'я як розширення для імені пристрою PROFINET»] у властивостях системи PROFINET IO.

Якщо використані імена не відповідають угодам стандарту IEC 61158-6-10 (компоненти назви в основному складаються з літер нижнього регістру, цифр і дефісів, розділених крапкою), STEP 7 генерує так зване «перетворене» ім'я, яке потім завантажується на пристрій.

Як додаток до назви пристрою конфігурація апаратного забезпечення призначає номер пристрою кожному пристрою вводу-



виводу, який не залежить від IP-адреси та який можливо змінити. Використовуючи цей номер пристрою ([station number – «номер станції»]), можливо адресувати пристрій вводу-виводу з програми користувача, наприклад як фактичний параметр системного блоку.

### *IP-адреса роутера*

Маршрутизатор встановлює з'єднання між двома підмережами. Якщо ціль підключення пристрою знаходиться в іншій підмережі, IP-адресу відповідного маршрутизатора також потрібно вказати. З'єднання маршрутизатора належать до двох різних підмереж, і IP-адреси також мають бути обрані відповідно.

### *Налаштування параметрів інтерфейсу*

Якщо параметри інтерфейсу PROFINET ще не були встановлені під час конфігурації обладнання, їх можна визначити під час конфігурації мережі.

Необхідна умова: відкритий проект із двома чи більше станціями, а конфігурація пристрою показує станції в Network view.

- Виберіть інтерфейс PROFINET, напр. клацнувши мишкою на графічному дисплеї або на відповідному рядку в табличному огляді пристрою чи мережі (див. рис. 3.45).

- На вкладці [*Properties* - «Властивості»] вікна інспектора виберіть розділ [*Ethernet addresses* - «Адреси Ethernet»] у розділі [*General* - «Загальні»];

- Якщо підмережу ще не створено, натисніть кнопку [*Add new subnet* - «Додати нову підмережу»], щоб підключити інтерфейс до підмережі.

- Введіть IP-адресу та маску підмережі.

- Введіть, чи використовується IP-маршрутизатор, а потім адресу маршрутизатора, якщо можливо

Для роботи на PROFINET IO можливо встановити режим роботи на IO Device, призначений контролер IO та структуру областей передачі на додаток до постійно встановленого режиму контролера IO у розділі [*Operating mode* – «Режим роботи»]. У розділі [*Advanced options* - «Додаткові параметри»] можливо встановити, серед іншого, параметри режиму реального часу (див. рис. 6.27).

Ідентифікатор апаратного (*Hardware identifier*) забезпечення показує ідентифікатор апаратного забезпечення інтерфейсу, який призначається та перераховується на вкладці [*System constants* - «Системні константи»] таблиці тегів за замовчуванням редактором конфігурації (див. рис. 6.28)



Рисунок 6.27 - Встановлення режим роботи на IO Device

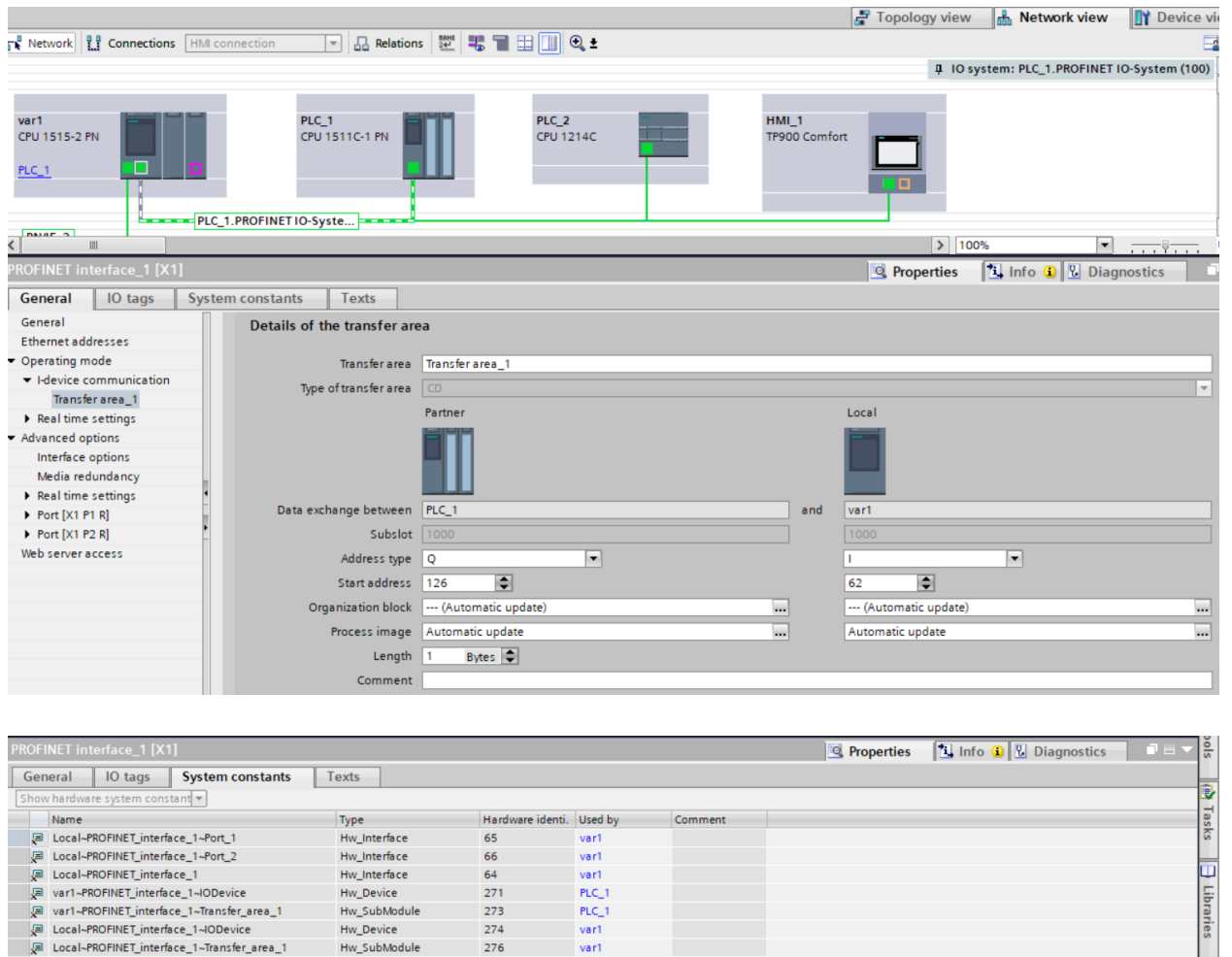


Рисунок 6.28 - Ідентифікатор апаратного (Hardware identifier)

### 6.3.7 Налаштування підмережі PROFIBUS

Третій інтерфейс X3 шини CPU 1516 є інтерфейсом DP для роботи в якості головного пристрою DP. У кожній станції S7-1500 можуть працювати модулі зв'язку CM 1542-5. Вони можуть бути ведучим (Master) або веденим (Slave) DP-пристроями.

Щоб налаштувати підмережу PROFIBUS, перетягніть інтерфейс DP однієї станції до інтерфейсу DP іншої станції за допомогою миші. Підмережа PROFIBUS буде створена автоматично (див. рис. 3.44).

Також перетягнути інтерфейс DP до існуючої підмережі PROFIBUS.

#### Налаштування властивостей підмережі PROFIBUS

Щоб установити властивості, виберіть підмережу PROFIBUS, а потім вкладку [Properties - «Властивості»] у вікні інспектора. У розділі [General - «Загальні»] можливо призначити інше ім'я підмережі, а також змінити ідентифікатор підмережі, якщо потрібно. У налаштуваннях мережі [Network settings] встановлюється найвища адреса вузла, швидкість передачі та профіль у цій підмережі. При цьому необхідно дотримуватись технічних характеристик залучених модулів (див. рис. 6.29).

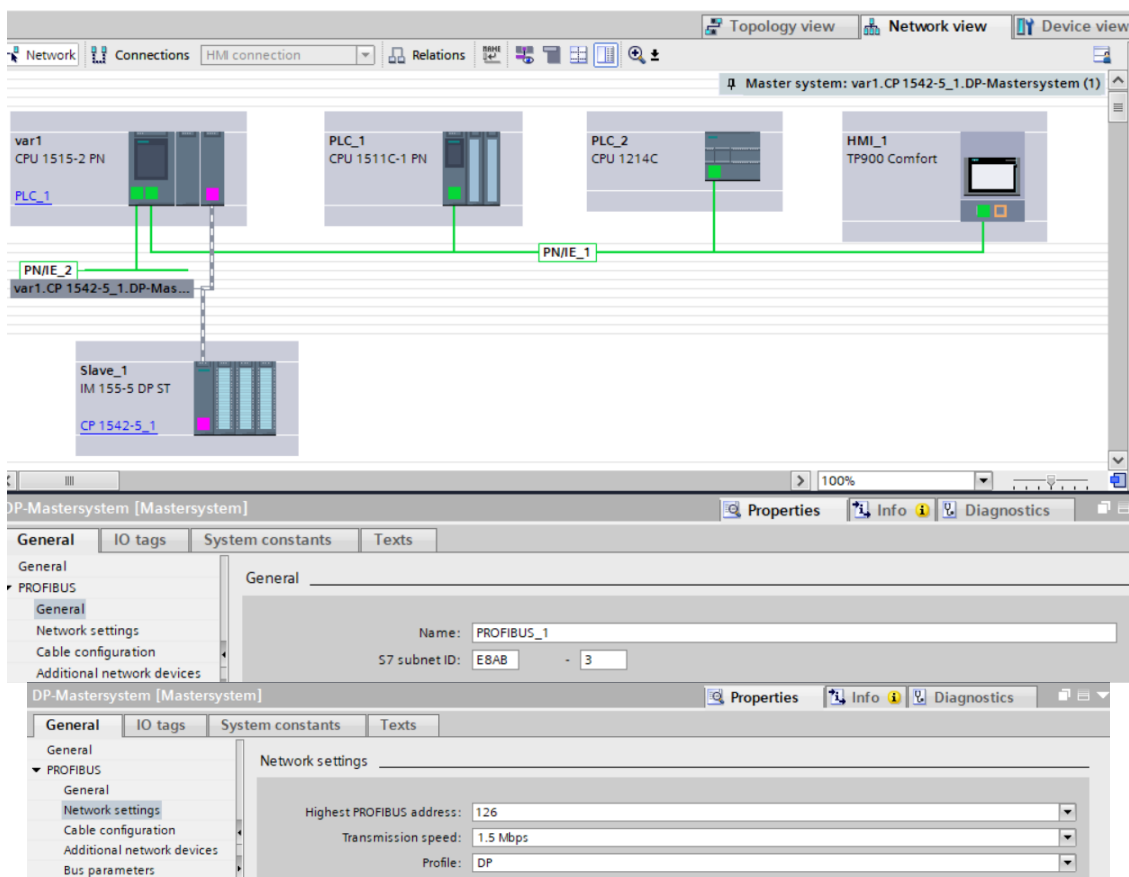


Рисунок 6.29 - Приклад налаштування мережі на PROFIBUS

Профілі шини, які можна вибрати, мають такі властивості:

- Профіль шини DP містить оптимізовані налаштування параметрів шини для пристроїв, які відповідають вимогам стандарту PROFIBUS EN 50170.

- У порівнянні з профілем шини DP *Standard* профіль шини додатково містить опцію для врахування неналаштованих вузлів під час розрахунку параметрів шини, наприклад вузлів з інших проектів.

- Виберіть профіль універсальної (*Universal*) шини, якщо служба PROFIBUS FMS буде використовуватися в підмережі PROFIBUS.

- При використанні профілю шини, визначеного користувачем (*User-defined*), можливо самостійно встановити параметри підмережі PROFIBUS у властивостях підмережі. Правильна робота гарантується тільки в тому випадку, якщо параметри шини узгоджені один з одним.

### Налаштування властивостей інтерфейсу DP

Щоб встановити властивості, виберіть інтерфейс DP, а потім вкладку [*Properties* -«Властивості»] у вікні інспектора. У розділі [*General* – «Загальні»] можливо встановити іншу назву для інтерфейсу. У полі [*PROFIBUS address*] встановлюється адреса вузла CPU (див. рис. 6.30).

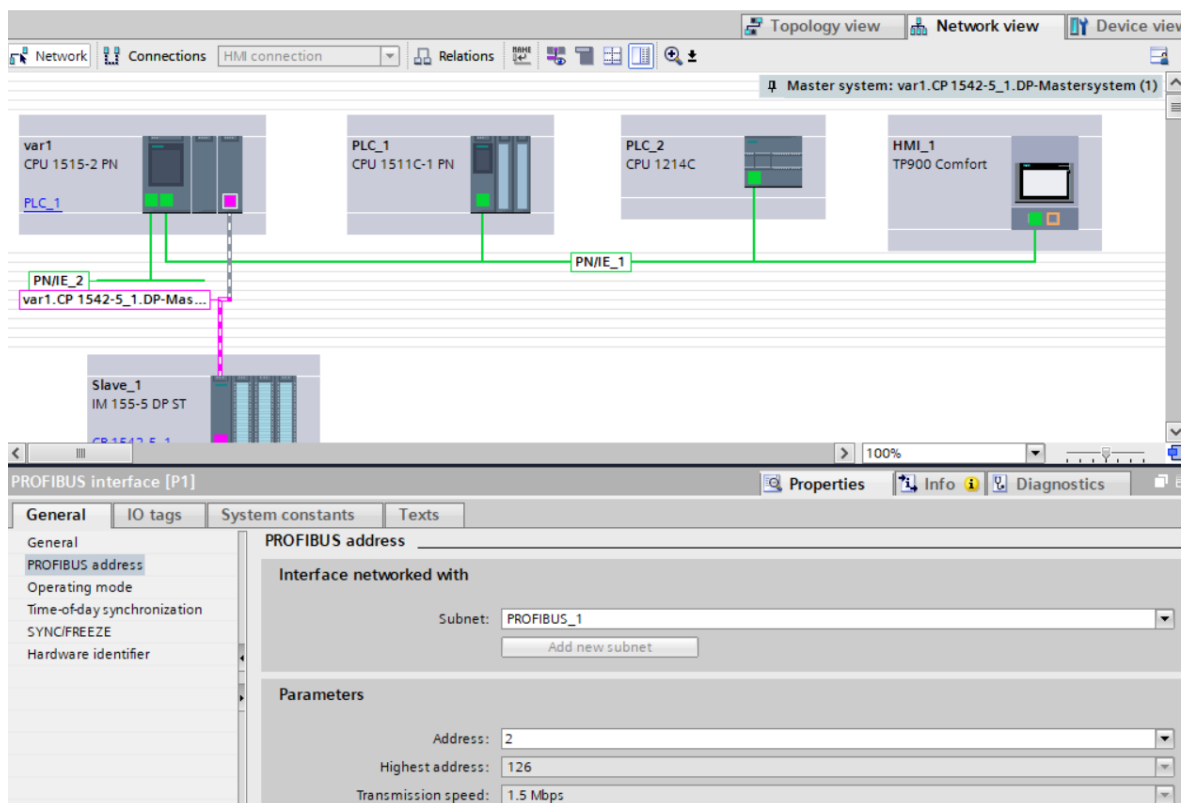


Рисунок 6.30 - Приклад вікна властивостей інтерфейсу DP

Кожна станція на PROFIBUS DP має адресу вузла (номер станції), за допомогою якої її можна однозначно адресувати на шині.

Адреси в підмережі PROFIBUS можуть вільно призначатися в діапазоні від 1 до 126. Адреса вузла 0 зарезервована як стандартна для пристрою програмування, який може бути тимчасово підключений до підмережі PROFIBUS для цілей обслуговування.

Редактор конфігурації стандартно призначає адреси вузлів від 2 і вище. Рекомендується призначати адреси без пропусків.

У розділі [Operating mode - «Режим роботи»] встановлюється, як буде працювати модуль як а DP master чи or DP slave. У системі DP Master є лише один головний пристрій DP (див. рис. 6.31).

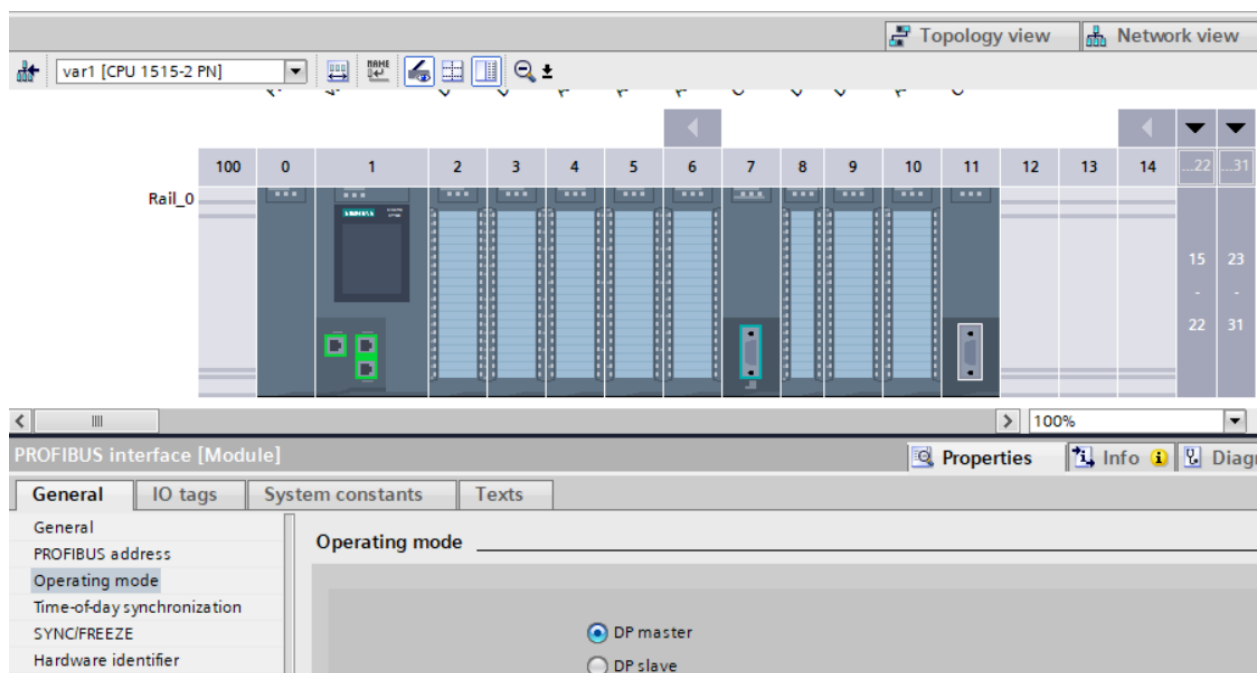


Рисунок 6.31 - Приклад налаштування у розділі [Operating mode - «Режим роботи»]

У розділі [Time synchronization - «Синхронізація часу»] встановлюється режим синхронізації для годинника реального часу. Master - годинник реального часу синхронізує годинники в інших пристроях; як Slave - годинник реального часу синхронізується годинником іншого пристрою. Цей параметр не залежить від режиму DP master або DP slave.

SYNC/FREEZE — це функція для одночасного виводу (SYNC) та/або зчитування (FREEZE) станів сигналу залучених Slave DP пристроїв. На дані вкладці встановлюється, до якої групи SYNC або FREEZE має належати модуль (див. рис. 6.32).

Ідентифікатор обладнання [Hardware identifier] показує ідентифікатор апаратного забезпечення інтерфейсу, який призначається та перераховується на вкладці [System constants - «Системні константи»] таблиці тегів за замовчуванням редактором конфігурації.

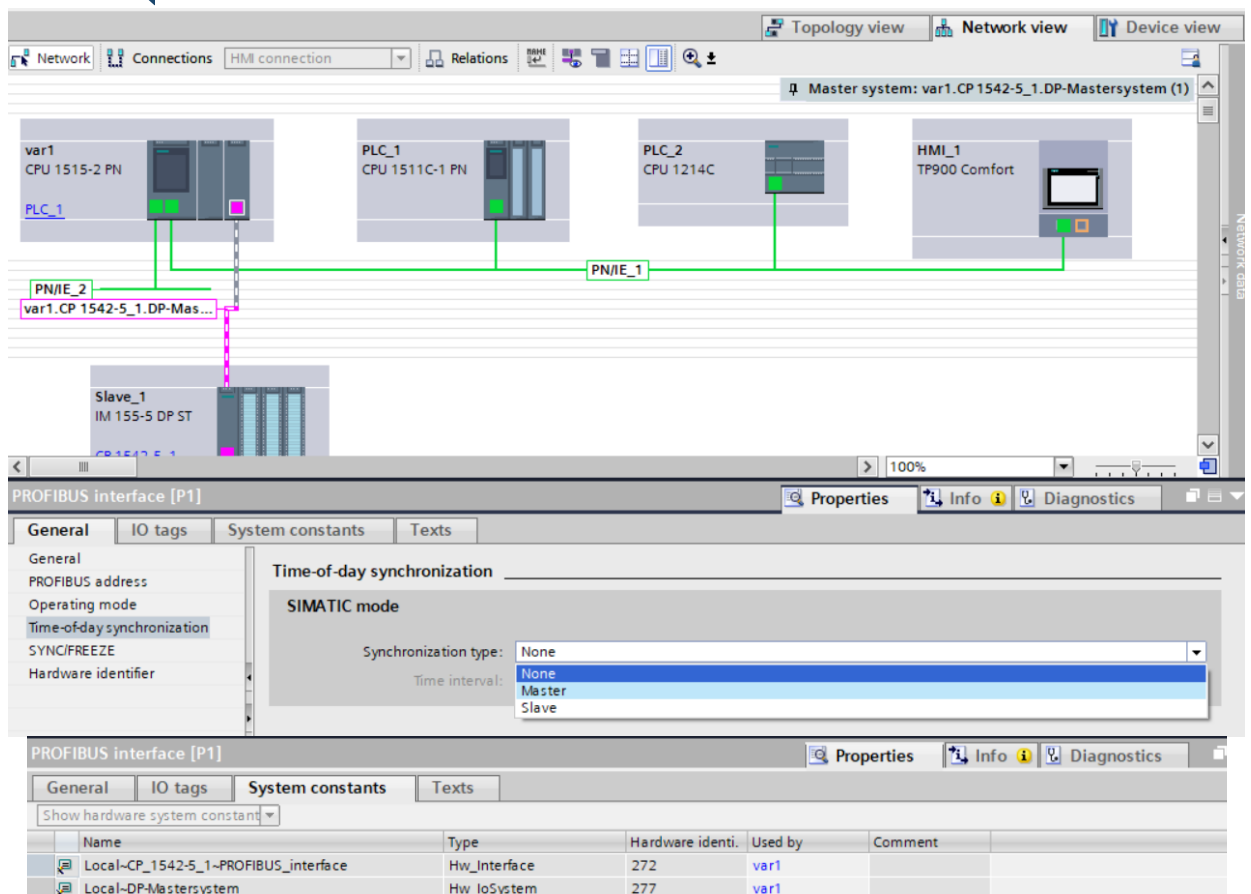


Рисунок 6.32 - Приклад налаштування у розділі [Time synchronization – «Синхронізація часу»]

### 6.3 Методика виконання індивідуального завдання

Варіанти індивідуальних завдань представлені у таблицях 6.4 та 6.5.

Під час виконання завдання необхідно зробити таке.

1. Створити майстер-систему з одним провідним пристроєм.
2. Налаштувати провідний пристрій, забезпечивши його, в першу чергу, засобами підтримки розподіленої периферії – центральним процесорним модулем із вбудованим інтерфейсом DP або комунікаційним процесором з автономним виконанням комунікаційних завдань.

3. Налаштувати ведені пристрої, зосередивши основну увагу на сумісності інтерфейсних, сигнальних та функціональних модулів, включених у комплектацію цього пристрою.

Результати звіту мають містити:

- 4) завдання;
- 5) графічне представлення мережі в HW Config та NetPro;
- 6) файли конфігурації кожного вузла мережі.

При захисті роботи необхідно продемонструвати консистентність налаштованих вузлів.

Таблиця 6.1 - Варіанти індивідуальних завдань для роботи 6

№ вар	Master/ Controller IO				ISlave/ Device IO							
	CPU	SM		Інтерфейс	CPU	Інтерфейс	SM		CPU	Інтерфейс	SM	
		521	522				1221	1222			521	522
1	1513	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	Profibus DP, PtP	1215C	Profibus DP	30x24VDC	20x24VDC	1511	ProfiNET	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC
2	1513	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC	Profibus DP, ProfiNET	1213C	ProfiNET	40x24VDC	35x24VDC	1511C	Profibus DP	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC
3	1512	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC	Profibus DP	1214C	Profibus DP	50x24VDC	45x24VDC	1511	ProfiNET	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC
4	1512	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC	Profibus DP, PtP	1215C	Profibus DP	60x24VDC	15x24VDC	1511C	ProfiNET	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC
5	1514	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC	Profibus DP, ProfiNET	1212C	ProfiNET	70x24VDC	20x24VDC	1511	Profibus DP	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC
6	1514	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC	Profibus DP	1215C	Profibus DP	30x24VDC	20x24VDC	1511C	ProfiNET	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC
7	1514	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC	Profibus DP, PtP	1213C	Profibus DP	40x24VDC	35x24VDC	1511	ProfiNET	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC
8	1516	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC	Profibus DP, ProfiNET	1214C	ProfiNET	50x24VDC	45x24VDC	1511C	Profibus DP	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC
9	1516	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	Profibus DP	1215C	Profibus DP	60x24VDC	15x24VDC	1511	ProfiNET	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC
10	1516	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC	Profibus DP, PtP	1212C	Profibus DP	70x24VDC	20x24VDC	1511C	ProfiNET	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC
11	1513	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC	Profibus DP, ProfiNET	1215C	ProfiNET	30x24VDC	30x24VDC	1511	Profibus DP	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC

Продовження таблиці 6.1

№ вар	Master/ Controller IO				ISlave/ Device IO							
	CPU	SM		Інтерфейс	CPU	Інтерфейс	SM		CPU	Інтерфейс	SM	
		521	522				1221	1222			521	522
12	1513	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC	Profibus DP	1213C	Profibus DP	40x24VDC	35x24VDC	1511C	ProfiNET	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC
13	1512	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC	Profibus DP, PtP	1214C	Profibus DP	50x24VDC	45x24VDC	1511	ProfiNET	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC
14	1512	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC	Profibus DP, ProfiNET	1215C	ProfiNET	60x24VDC	15x24VDC	1511C	Profibus DP	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC
15	1514	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC	Profibus DP	1212C	Profibus DP	70x24VDC	20x24VDC	1511	ProfiNET	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC
16	1514	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC	Profibus DP, PtP	1215C	Profibus DP	30x24VDC	30x24VDC	1511C	ProfiNET	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC
17	1514	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	Profibus DP, ProfiNET	1213C	ProfiNET	40x24VDC	35x24VDC	1511	Profibus DP	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC
18	1516	30xAC120V 40x24VDC	15x24VDC	Profibus DP	1214C	Profibus DP	50x24VDC	45x24VDC	1511C	ProfiNET	30xAC120V 40x24VDC	15x24VDC
19	1516	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC	Profibus DP, PtP	1215C	Profibus DP	60x24VDC	15x24VDC	1511	ProfiNET	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC
20	1516	24xAC120V 30x24VDC	25x24VDC	Profibus DP	1212C	Profibus DP	70x24VDC	20x24VDC	1511C	ProfiNET	24xAC120V 30x24VDC	25x24VDC
21	1513	10xAC120V 40x24VDC	45x24VDC	DP, ProfiNET	1215C	ProfiNET	24x24VDC	15x24VDC	1511	Profibus DP	10xAC120V 40x24VDC	45x24VDC
22	1514	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC	Profibus DP	1213C	Profibus DP	36x24VDC	32x24VDC	1511C	ProfiNET	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC

## СИСТЕМИ РОЗПОДІЛЕНОГО ВВОДУ/ВИВОДУ PROFINET IO ТА PROFIBUS DP НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ SIMATIC S7-1500

### 7.1 Загальні поняття розподіленого вводу/виводу ET200MP та ET200SP

*Розподілений ввід/вивід* — це термін, який використовується для модулів вводу/виводу, підключених до центральної станції ПЛК через систему шини. Мережеві системи PROFINET IO та PROFIBUS DP використовуються в поєднанні зі станцією S7-1500. Структурна схема мережевої системи розподіленого вводу/виводу на базі PROFINET IO та PROFIBUS DP приведено на рис. 7.1.

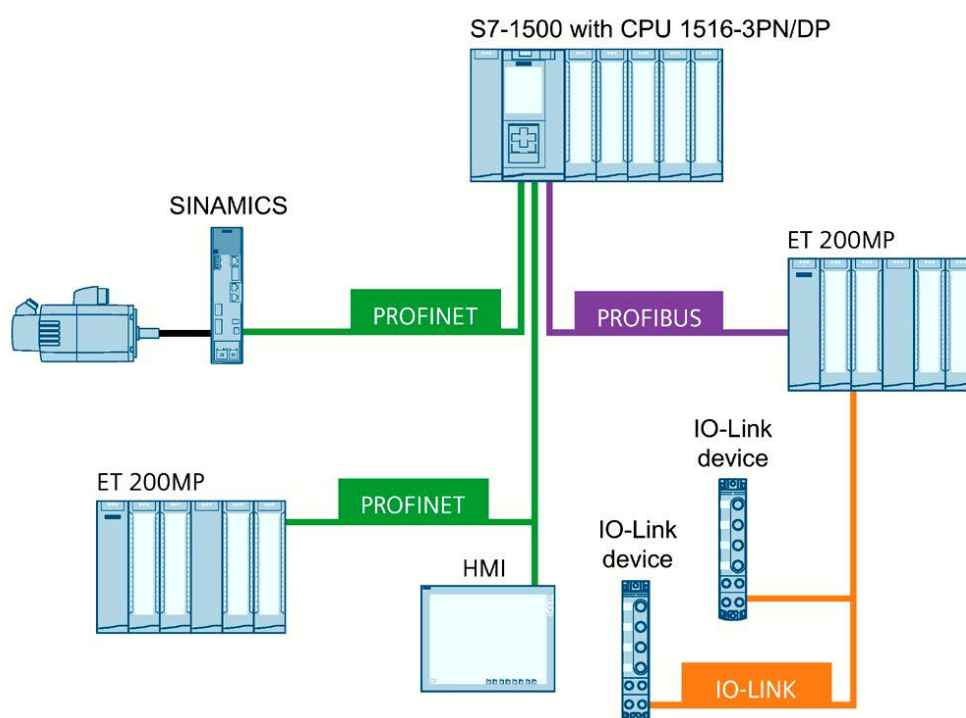



Рисунок 7.1 - Структурна схема мережевої системи розподіленого вводу/виводу на базі PROFINET IO та PROFIBUS DP

Розподілений ввід-вивід обробляється як центральний ввід-вивід. Розподілені входи/виходи знаходяться в тому самому адресному просторі, що й центральні входи/виходи, тому адреси розподіленого вводу/виводу не повинні збігатися з адресами центрального вводу/виводу. До розподілених модулів вводу/виводу можна звертатися через області операндів Входи (I), Периферійні входи (I:P), Виходи (Q) і Периферійні виходи (Q:P).

Передача даних користувача між розподіленими модулями і центральним процесором здійснюється «автоматично».

Передача даних в розподіленому ввіді-виводі контролюється з центральної точки: це контролер вводу-виводу для PROFINET IO та



Master пристрій DP для PROFIBUS DP.

*Розподілені станції* – це пристрої вводу/виводу з PROFINET IO та Slave DP з PROFIBUS DP – є пасивними партнерами в передачі даних.

Станції S7 і станції ET200 із центральним процесором також можна використовувати як станції розподіленого вводу/виводу, і тоді вони є «інтелектуальними» пристроями вводу-виводу (I-пристрої) або підлеглими DP (I-Slave пристрої).

Розподілений ввід/вивід налаштовується за допомогою апаратної конфігурації. PROFINET IO та PROFIBUS DP представлені як підмережа.

## **7.2 Розподілений ввід/вивід ET 200**

ET 200 – це сімейство пристроїв для розподіленого вводу/виводу з використанням комунікаційного зв'язку на базі PROFINET IO та PROFIBUS DP. Залежно від їх використання локально на виконавчому механізмі або в технологічному процесі в загалі, механічні властивості можуть суттєво відрізнятися, особливо ступені захисту: IP 20 для встановлення в шафі керування та IP 65/67 для монтажу безпосередньо на машині.

Номенклатура станцій ET 200 поширюється від простої компактної станції, яка практично відповідає модулю вводу/виводу, до станції з модульною конструкцією та декількома модулями, аж до «інтелектуальної» станції, яка може виконувати програму користувача за допомогою власного центрального процесора.

### **7.2.1 ET 200MP**

ET 200MP — це модульна розподілена система вводу/виводу зі ступенем захисту IP 20 для підключення до PROFINET IO. На монтажній стійкій станції можна використовувати до 30 модулів вводу/виводу з лінійки пристроїв S7-1500. Сигнали внутрішньої шини передаються від модуля до модуля через U-подібні роз'єми..

Станція ET 200MP складається з інтерфейсного модуля та до 30 модулів, розташованих праворуч від нього. Це можуть бути модулі вводу/виводу, технологічні або комунікаційні модулі, а також, залежно від балансу потужності, один або два модулі живлення. За потреби, модуль живлення можна встановити ліворуч від інтерфейсного модуля. Компонування станції ET 200MP відповідає компонуванню станції S7-1500.

За допомогою інтерфейсного модуля IM 155-5 PN ST станція ET 200MP працює як пристрій вводу-виводу. Інтерфейсний модуль має інтерфейс PROFINET з двома портами, які підключені до вбудованого комутатора, що дозволяє налаштувати лінійну топологію без

додаткових пристроїв. Швидкість передачі даних становить 100 Мбіт/с. Робочий стан інтерфейсного модуля відображається за допомогою світлодіодів (RUN, ERROR, MAINT).

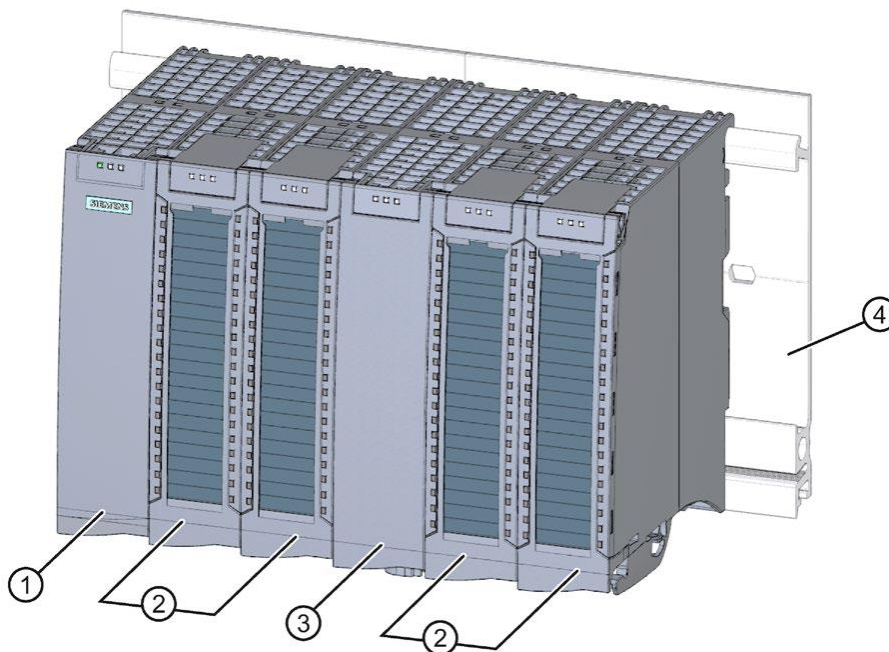
### *Конфігурація розподіленої системи вводу/виводу SIMATIC ET 200MP*

Розподілена система вводу/виводу SIMATIC ET 200MP встановлюється на монтажну рейку, як і система автоматизації S7-1500 та може складатися з таких компонентів:

- Інтерфейсний модуль (PROFINET або PROFIBUS)
- Цифрові та аналогові модулі вводу/виводу
- Комунікаційні модулі (точка-точка)
- Технологічні модулі (підрахунок, визначення положення, ввід-вивод на основі часу)
- Блок живлення системи (додатково)

Модулі вводу/виводу розподіленої системи вводу/виводу SIMATIC ET 200MP можуть використовуватися в децентралізованій конфігурації (з інтерфейсним модулем ET 200MP) або в централізованій конфігурації (з процесором S7-1500).

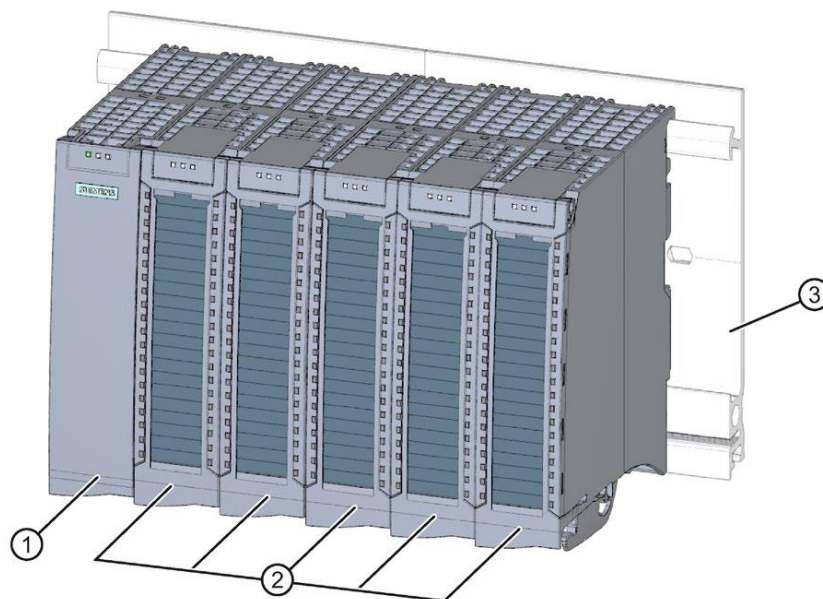
Приклад конфігурації з інтерфейсним модулем IM 155-5 PN ST приведено на рис. 7.2



- ① Інтерфейсний модуль
- ② Модулі вводу/виводу
- ③ Блок живлення системи
- ④ Монтажна рейка з інтегрованим профілем DIN-рейки

*Рисунок 7.2 - Приклад конфігурації ET 200MP з IM 155-5 PN ST*

Приклад конфігурації з інтерфейсним модулем IM 155-5 DP ST приведено на рис 7.3.



- ① Інтерфейсний модуль
- ② Модулі вводу/виводу
- ③ Монтажна рейка з інтегрованим профілем DIN-рейки

*Рисунок 7.3 - Приклад конфігурації ET 200MP з IM 155-5 DP ST*

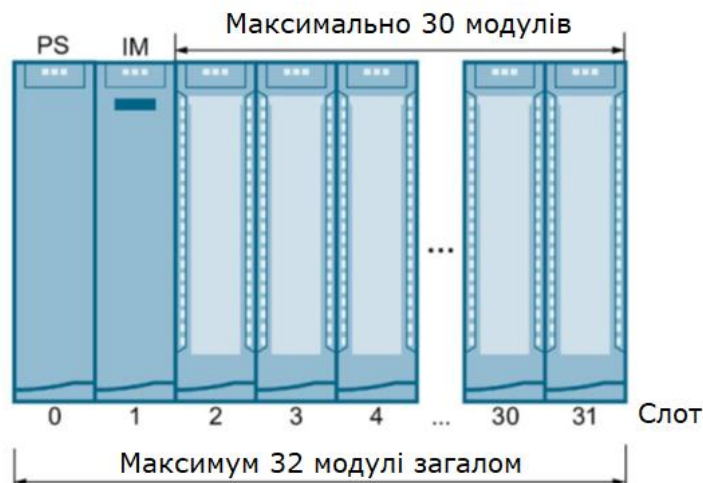
### *Апаратна конфігурація розподіленої системи вводу/виводу ET 200MP з інтерфейсним модулем PROFINET*

Всі інтерфейсні модулі станції ET200MP з підключенням до мережі PROFINET мають інтегрований системний блок живлення з навантажувальною здатністю 14 Вт на шину станції. Розрахунок навантажувальної здатності живлення визначає точну кількість модулів вводу/виводу, які можна використовувати з інтерфейсним модулем (без додаткового блоку живлення).

Для інтерфейсного модуля IM 155-5 PN BA рекомендовано використовувати інтегрований блок живлення. Додаткові системні блоки живлення (PS) не потрібно використовувати. При використанні даного інтерфейсного модуля можливо в станції ET200 MP вставити максимум 12 модулів праворуч від неого.

Для інтерфейсних модулів IM 155-5 PN ST і IM 155-5 PN HF діє наступне правило: можливе використання максимум трьох джерел живлення системи (PS). При механічній конфігурації дозволяється вставити один системний блок живлення (PS) ліворуч від інтерфейсного модуля та два системних блоки живлення (PS) праворуч від інтерфейсного модуля. При встановленні системного блока живлення (PS) ліворуч від інтерфейсного модуля, можливо

реалізувати максимальну конфігурацію станції з загальною кількістю 32 модулі (до 30 модулів праворуч від інтерфейсного модуля). Якщо праворуч від інтерфейсного модуля використовуються додаткові системні блоки живлення (PS), вони також займають слот (див. рис. 7.4).



**Рисунок 7.4 - Максимальна конфігурація ET 200MP з IM 155-5 PN ST або IM 155-5 PN HF**

У таблиці 7.1 показано, які модулі можна використовувати в слотах станції.

**Таблиця 7.1 – Призначення номерів слотів**

Тип модуля	Допустимі слоти IM 155-5 PN BA	Допустимі слоти IM 155-5 PN ST, IM 155-5 PN HF	Максимальна кількість модулів
Модуль живлення типу PM*	-	0**	Необмежена / лише 1 PM можна використовувати
Блок живлення системи (PS)	-	0, 2-31	3
Блок живлення системи PS 60 Вт 24/48/60 V DC HF	-	0	1**
Інтерфейсний модуль	1	1	1
Аналогові та цифрові модулі вводу/виводу	2-13	2-31	12 або 30
Комунікаційні модулі			
Point-to-Point	2-13	2-31	12 або
Технологічні модулі	2-13	2-31	12 або 30

\* Немає підключення до шини задньої плати.

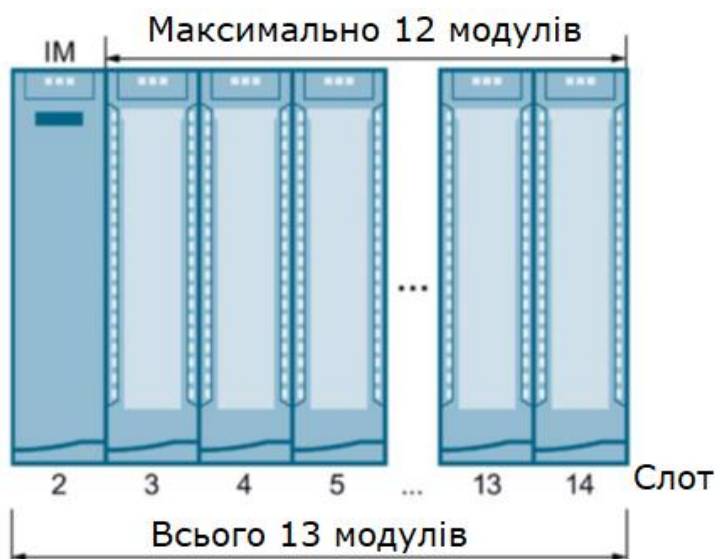
\*\* Коли слот 0 зайнятий джерелом струму навантаження (PM), цей слот більше не може використовуватися для системного джерела живлення (PS).

Налаштування джерела струму навантаження (PM) у STEP 7 не здійснюється.

\*\*\*Джерело живлення PS 60 Вт 24/48/60 В DC HF потрібно встановлювати лише ліворуч від інтерфейсного модуля. Інші системні джерела живлення (PS) для других сегментів живлення в конфігурації встановлюються праворуч від інтерфейсного модуля.

### *Апаратна конфігурація розподіленої системи вводу/виводу ET 200MP з інтерфейсним модулем PROFIBUS*

Інтерфейсний модулі IM 155-5 DP станції ET200MP з підключенням до мережі PROFIBUS має інтегрований системний блок живлення з навантажувальною здатністю 14 Вт на шину станції. Праворуч від інтерфейсного модуля можна вставити максимум 12 модулів. Розрахунок потужності навантаження живлення визначає точну кількість модулів вводу/виводу, які можна використовувати з інтерфейсним модулем (див. рис. 7.5).



*Рисунок 7.5 - Максимальна конфігурація ET 200MP з IM 155-5 DP*

У наступній таблиці 7.2 показано, які модулі можна використовувати в слотах станції.

*Таблиця 7.2 - Призначення номерів слотів*

Тип модуля	Допустимі слоти	Максимальна кількість слотів
Інтерфейсний модуль	2	1
Аналогові та цифрові модулі вводу/виводу	3-14	12
Комунаційні модулі		
Point-to-Point	3-14	12
Технологічні модулі	3-14	12

## 7.2.2 Станція розподіленого вводу/виводу ET 200SP

Станція розподіленого вводу/виводу ET 200SP — це система, що масштабується, для підключення до центрального контролера пристроїв вводу/виводу за допомогою польових шин PROFINET або PROFIBUS. Структурна схема мережевої системи розподіленого вводу/виводу ET200S на базі PROFINET IO та PROFIBUS DP приведено на рис. 7.6.

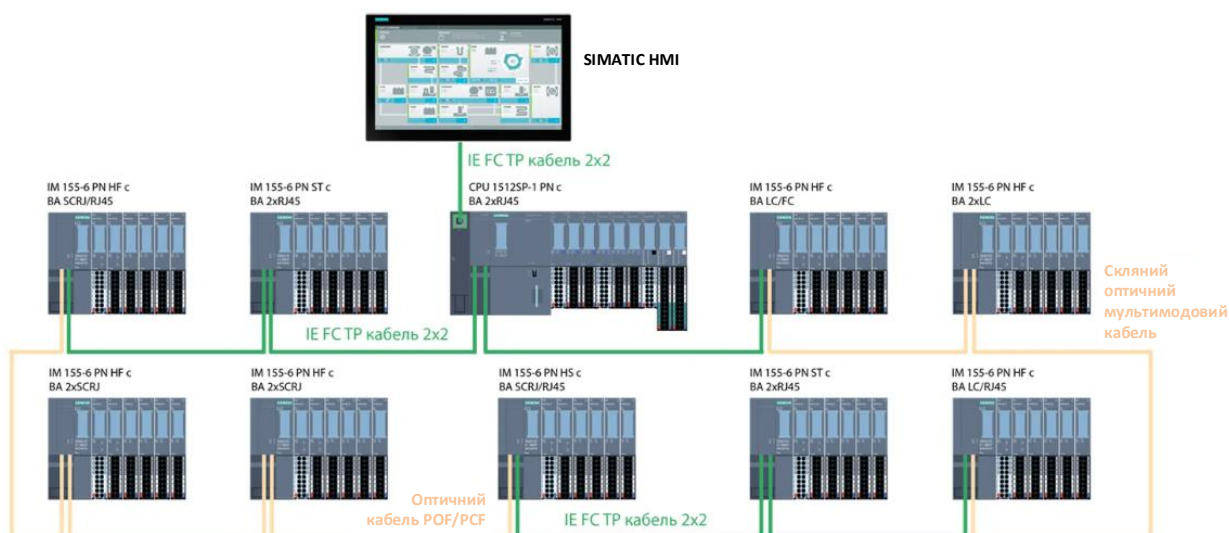


Рисунок 7.6 - Структурна схема мережевої системи розподіленого вводу/виводу ET200S на базі PROFINET IO та PROFIBUS DP

### Механічна конфігурація ET 200SP

Залежно від типу головного модуля станція ET200S може бути використана в режимі:

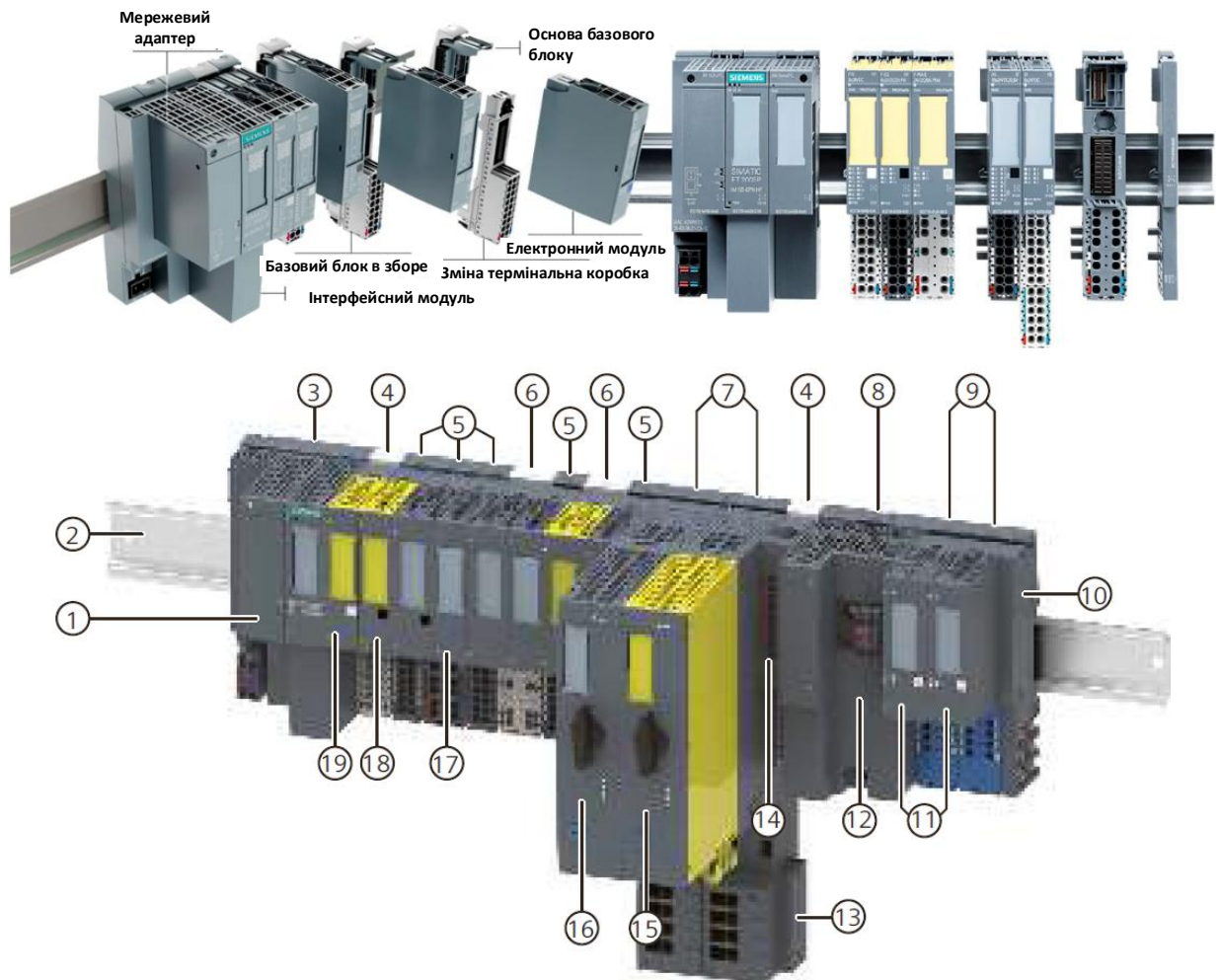
- пристрої вводу-виводу PROFINET IO у поєднанні з інтерфейсними модулями IM 155-6 PN BA/ST/HF Інтерфейсний модуль IM 155-6 PN ST керує станцією ET 200SP як пристроєм вводу/виводу з можливістю використання до 32 модулів вводу/виводу. Інтерфейсний модуль IM 155-6 PN HF керує станцією ET 200SP як пристроєм вводу/виводу з можливістю використання до 64 модулів вводу/виводу. Інтерфейсні модулі мають інтерфейс PROFINET з двома портами, які підключені до вбудованого комутатора, що дозволяє налаштувати лінійну топологію без додаткових пристроїв. Швидкість передачі даних для PROFINET IO становить 10/100 Мбіт/с..

- веденого (Slave) пристрою PROFIBUS DP у поєднанні з інтерфейсним модулем IM 155-6 DP HF.

- S7-1500 – сумісного периферійного контролера у поєднанні з модулями центральних процесорів CPU 1510SP(F)-1PN або CPU 1512SP(F)-1 PN.

- S7-1500 – сумісного відкритого контролера у поєднанні з модулем промислового комп'ютера CPU 1515SP PC.

На рисунку 7.7 показано приклад конфігурації станції розподіленого вводу/виводу ET 200SP.



- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>① Адаптер шини</li> <li>② Монтажна рейка</li> <li>③ Модуль процесора/інтерфейсу</li> <li>④ Світлий базовий блок BU..D з подачею напруги живлення</li> <li>⑤ Темні базові блоки BU..В для подальшого проведення групи потенціалів</li> <li>⑥ Світлий базовий блок BU..D з подачею напруги живлення</li> <li>⑦ Базовий блок для пускачів двигунів</li> <li>⑧ Ех базовий блок для вибухозахищеного силового модуля</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>⑨ Ех базовий блок для вибухозахищеного модуля вводу/виводу</li> <li>⑩ Серверний модуль (входить до комплекту постачання модуля процесора/інтерфейсу)</li> <li>⑪ Ех модуль вводу/виводу</li> <li>⑫ Ех модуль живлення</li> <li>⑬ Кришка шини живлення</li> <li>⑭ Модуль розподілу потенціалів</li> <li>⑮ Безпечний пускач двигуна ET 200SP</li> <li>⑯ Пускач двигуна ET 200SP</li> <li>⑰ Модуль вводу/виводу</li> <li>⑱ Безпечний вихідний модуль</li> </ul> |
|---|--|

*Рисунок 7.7 - Приклад конфігурації станції розподіленого вводу/виводу ET 200SP*

- ET 200SP встановлюється на монтажну рейку та включає в себе:
- інтерфейсний модуль для підтримки обміну даними з усіма контролерами вводу/виводу, що працюють за стандартом MEK 61158;
  - до 32/64 модулів вводу/виводу, що встановлюються на пасивні базові блоки в будь-якому поєднанні;
  - сервер модуль, який завершує конфігурацію ET 200SP.


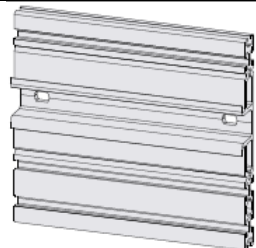

*Правила механічної конфігурації*

- 1) Станція починається з інтерфейсного модуля.
- 2) Після інтерфейсного модуля та на початку кожної потенційної групи встановлюється базовий блок BU..D (зі світлою термінальною коробкою), що подає напругу живлення L+. За ним встановлюється базовий блок BU..B (з темною термінальною коробкою).
- 3) На базові блоки встановлюються відповідні модулі вводу/виводу.
- 4) cСерверний модуль завершує конфігурацію станції ET 200SP.


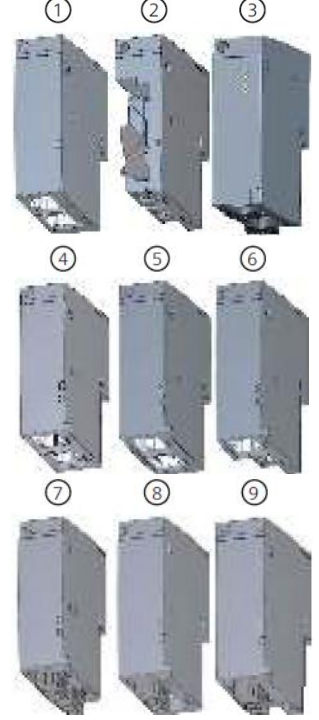
*Компоненти ET 200SP*

У таблиці 7.3 наведено короткий опис компонентів ET 200SP. Додаткову інформацію щодо компонентів ET200SP можна отримати за посиланням <https://surl.li/msskjs> .





*Таблиця 7.3 – Компоненти ET 200SP*




Компонент	Функції	Зовнішній вид
Монтажна рейка по EN 60715	Монтажна рейка – це стійка розподіленої системи вводу/виводу ET 200SP. Систему ET 200SP встановлюють на монтажну рейку. Монтажна рейка має висоту 35 мм..	
Системна рейка SIMATIC	Системна рейка – це монтажна стійка розподіленої системи вводу/виводу ET 200SP R1. Систему ET 200SP R1 необхідно встановити на системну рейку. Ви також можете встановити всі інші інтерфейсні модулі на системну рейку для покращення стабільності системи.	
CPU/Fail-safe CPU	CPU (F): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Виконує користувацьку програму. F-CPU також запускає програму безпеки.</li> <li>• Може використовуватися як контролер вводу/виводу або I-пристрій на PROFINET IO або як окремий процесор</li> <li>• З'єднує ET 200SP з пристроями вводу/виводу або контролером вводу/виводу</li> </ul>	

Компонент	Функції	Зовнішній вид
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обмінюється даними з модулями вводу/виводу через шину об'єднувальної панелі.</li> <li>Додаткові функції процесора:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Зв'язок через PROFIBUS DP (процесор може використовуватися як головний або ведений DP у поєднанні з комунікаційним модулем CM DP)</li> <li>• Інтегрований веб-сервер</li> <li>• Інтегрована технологія</li> <li>• Інтегрована функція трасування</li> <li>• Інтегрована діагностика системи</li> <li>• Інтегрована безпека</li> <li>• Режим безпеки (при використанні безпечних процесорів)</li> </ul> </li> </ul>	
Комунікаційний модуль CM DP	<p>Комунікаційний модуль CM DP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• З'єднує процесор з PROFIBUS DP</li> <li>• Підключення до шини здійснюється через інтерфейс RS485.</li> </ul>	
Інтерфейсний модуль для PROFINET IO	<p>Інтерфейсний модуль:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Може використовуватися як пристрій вводу/виводу на PROFINET IO</li> <li>• З'єднує ET 200SP з контролером вводу/виводу</li> <li>• Обмінюється даними з модулями вводу/виводу через об'єднувальну шину.</li> </ul>	
Інтерфейсний модуль для MultiFieldbus	<p>Інтерфейсний модуль:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Використовується як пристрій вводу/виводу на PROFINET IO</li> <li>• З'єднує ET 200SP з контролером вводу/виводу</li> <li>• З'єднує ET 200SP через EtherNet/IP</li> <li>• З'єднує ET 200SP через Modbus TCP</li> <li>• Обмінюється даними з модулями вводу/виводу через об'єднувальну шину</li> </ul>	
Інтерфейсний модуль для PROFIBUS DP	<p>Інтерфейсний модуль:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Може використовуватися як DP-master пристрій на PROFIBUS DP</li> <li>• З'єднує ET 200SP з DP-головним пристроєм</li> <li>• Обмінюється даними з модулями вводу/виводу через об'єднувальну шину.</li> </ul>	

Компонент	Функції	Зовнішній вид
Інтерфейсні модулі та базовий блок ВU типу M0 для резервного підключення	<p>Система ET 200SP R1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Використовуйте як резервний пристрій вводу-виводу на PROFINET IO</li> <li>Підключає ET 200SP до контролера вводу/виводу</li> <li>Обмін даними з модулями вводу/виводу через шину задньої панелі.</li> </ul>	
Адаптер шини	<p>Адаптери шини дозволяють вільно вибирати технологію підключення для PROFINET IO. Для модулів процесора/інтерфейсу PROFINET доступні такі версії:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Для стандартного роз'єму RJ45 (BA 2xRJ45) ①</li> <li>Для прямого підключення шинного кабелю (BA 2xFC) ②</li> <li>Для стандартного роз'єму M12 (D-кодування) з гвинтовим клемним з'єднанням або вставним push-pull варіантом (BA 2xM12) ③</li> <li>Для оптоволоконного кабелю POF/PCF (BA 2xSCRJ) ④</li> <li>Як медіаконвертер для оптоволоконного кабелю POF/PCF ⇔ стандартний штекер RJ45 (BA SCRJ/RJ45) ⑤</li> <li>Як медіаконвертер для оптоволоконного кабелю POF/PCF ⇔ пряме підключення шинного кабелю (BA SCRJ/FC) ⑥</li> <li>Для скляного оптоволоконного кабелю (BA 2xLC) ⑦</li> <li>Як медіаконвертер для скляного оптоволоконного кабелю ⇔ стандартний штекер RJ45 (BA LC/RJ45) ⑧</li> <li>Як медіаконвертер для скляного волоконно-оптичного кабелю ⇔ пряме підключення шинного кабелю (BA LC/FC) ⑨</li> <li>Для одномодового волоконно-оптичного кабелю максимальною довжиною 20 км (BA 2xLC-LD, далека відстань) ⑩</li> <li>Як медіаконвертер для скляного волоконно-оптичного кабелю з штекерним роз'ємом LC ⇔ стандартний роз'єм RJ45 (BA LC-LD/RJ45) ⑪</li> </ul>	

Компонент	Функції	Зовнішній вид
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Як медіаконвертер для скляного волоконно-оптичного кабелю зі штекерним роз'ємом LC ↔ стандартний штекер M12 або роз'єм M12 push-pull (ВА LC-LD/M12) ⑫</li> </ul>	
Адаптер шини	Для змішаної конфігурації ET 200SP/ET 200AL потрібен адаптер шини BA-Send 1xFC ① (підключений до базового блоку BU-Send). Підключіть кабель шини для ET-Connection до адаптера шини BA-Send 1xFC.	
Базовий блок (BaseUnit)	Базові блоки забезпечують електричне та механічне підключення модулів ET 200SP. Розмістіть модулі вводу/виводу або пускач двигуна на базових блоках. Для різних потреб доступні відповідні базові блоки. Додаткову інформацію можна знайти в розділі «Вибір базового блоку для модулів вводу/виводу».	
Ex BaseUnit	Базові блоки для групи вибухонебезпечних модулів: <ul style="list-style-type: none"> <li>Базовий блок вибухонебезпечного типу для вибухонебезпечного силового модуля</li> <li>Базовий блок вибухонебезпечного типу для вибухонебезпечного модуля вводу/виводу</li> </ul>	
BaseUnit ET 200SP R1	Підключає резервні інтерфейсні модулі IM 155-6 PN R1 до шини задньої панелі. Це забезпечує обмін даними з модулями вводу/виводу. Примітка. Інтерфейсні модулі не можна підключати, якщо підключено відповідний роз'єм напруги живлення. Використовуйте лише адаптери шини того самого типу.	

Компонент	Функції	Зовнішній вид
PotDis-BaseUnit модуль розподілу потенціалів	<p>Модуль розподілу потенціалів використовується для розподілу різноманітних потенціалів (P1, P2). Це дозволяє реалізувати багатокабельне з'єднання без зовнішніх клем з 16-канальними цифровими модулями.</p> <p>Конструкція складається з двох частин:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Якщо потрібні додаткові клемми потенціалів, підключіть блок PotDis-TerminalBlock до базового блоку PotDis-BaseUnit.</li> <li>• Або ж встановіть кришку BU (15 мм) на базовий блок PotDis-BaseUnit.</li> </ul> <p>З модулями розподілу потенціалів можна підключати лише до версій PotDis-TB BR-W та п.с.-G потенціали, які перевищують рівень напруги SELV/PELV. Інші групи потенціалів SELV/PELV слід розділяти світлими блоками PotDis BU. У кожному випадку доступні відповідні базові блоки PotDis-BaseUnit для різних потреб.</p>	
PotDis-термінальний блок	<p>Якщо вам потрібні додаткові клемми для базового блоку PotDis, підключіть блок терміналів PotDis до базового блоку PotDis.</p> <p>Напруга, вища за SELV/PELV, дозволена лише для блоків PO PotDis-TB BR (з'єднаний мостом) та NC (не підключений). Те саме стосується PE. Напруга на клеммах модулів PotDis, підключених до рейок P1/P2, не повинна перевищувати SELV/PELV.</p> <p>Відповідні блоки терміналів PotDis доступні в кожному випадку для різних потреб.</p>	
Відмовостійкий модуль живлення (Fail-safe power module)	<p>Модуль живлення з аварійним захистом дозволяє безпечно вимкнення модулів цифрових виводів / модулів цифрових виводів з аварійним захистом</p>	
Вибухонебезпечний модуль живлення (Ex power module)	<p>Модуль живлення Ex живить підключені модулі вводу/виводу Ex через шину живлення на базовому блоці Ex модуля живлення Ex. Для встановлення модуля живлення Ex потрібен базовий блок Ex.</p>	

Компонент	Функції	Зовнішній вид
Модуль вводу/виводу / Модуль безвідмовного вводу/виводу / Ex модуль вводу/виводу/	Модуль вводу/виводу визначає функцію на клеммах. Контролер виявляє поточний стан процесу за допомогою підключених датчиків та виконавчих механізмів і запускає відповідні реакції. Модулі вводу/виводу поділяються на такі типи модулів: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Цифровий вхід (DI, F-DI, Ex-DI)</li> <li>• Цифровий вихід (DQ, F-DQ PM, F-DQ PP, F-RQ, Ex-DQ)</li> <li>• Аналоговий вхід (AI, F-AI, Ex-AI)</li> <li>• Аналоговий вихід (AQ, Ex-AQ)</li> <li>• Технологічний модуль (TM, F-TM-C)</li> <li>• Комунікаційний модуль (CM)</li> <li>• Силовий модуль (F-PM-E)</li> </ul>	
Пускач двигуна/відмовостійкий пускач двигуна	Пускач двигуна – це комутаційний та захисний пристрій для однофазних та трифазних навантажень. Пускач двигуна доступний як з прямим пуском, так і з реверсивним.	
Серверний модуль	Серверний модуль завершує конфігурацію ET 200SP. Серверний модуль містить утримувачі для 3-х запасних запобіжників (5 × 20 мм). Серверний модуль постачається разом із модулем центрального процесора/інтерфейсу.	

### Вибір базового блоку

Базові блоки (BU) класифікуються за різними типами. Кожен тип базового блоку відрізняється характеристиками, що відповідають певним модулям вводу/виводу та пускачам двигунів. Загальний вид базового блоку (BU) приведено на рис. 7.8.

Можливо розпізнати тип BU для модуля вводу/виводу за останніми двома цифрами його артикульного номера. Тип BU, до якого можна підключити відповідний модуль вводу/виводу, надруковано на модулях вводу/виводу. Таким чином визначається, який тип BU потрібен, безпосередньо з модулем вводу/виводу.

*Приклад:* На вихідному модулі DQ 16x24VDC/0.5A ST з артикульним номером 6ES7132-6BH01-0BA0 надруковано інформацію "BU: A0". Це означає, що можливо підключити цей модуль вводу/виводу до базового блоку типу BU "A0", що означає будь-який базовий блок, артикульний номер якого закінчується на "A0". Модулі вводу/виводу, що підходять для двох типів BU, позначені відповідним чином, наприклад, "BU: A0, A1".



Рисунок 7.8 - Загальний вид базового блоку (BU)

Розрізняють декілька типів базових блоків. Кожен тип відповідають певним модулям вводу/виводу (див. табл. 7.4 та 7.5).

Таблиця 7.4 - Вибір відповідного базового блоку для модулів вводу/виводу

Базовий модуль	Модуль вводу/виводу	Приклади відповідних модулів вводу/виводу для типів BU	
		Модуль вводу/виводу	Базовий модуль
BU type <b>A0</b> Цифровий, безвідмовний, комунікаційний, технологічний або аналогові модулі без вимірювання температури	Цифровий, відмовостійкий, технологічний або комунікаційний модуль • 6ES7...A0 • 24 V DC • 15 мм шириною	DI 16×24VDC ST (6ES7131-6BH00-0BA <b>A0</b> )	BU15-P16+A0+2D (6ES7193-6BP00-0DA <b>A0</b> )
BU type <b>A1</b> Аналогові модулі вимірюванням температури	Аналоговий модуль вимірюванням температури* • 6ES7...A1 • 24 В постійного струму • Ширина 15 мм	AI 4×RTD/TC 2-/3-/4-wire HF (6ES7134-6JD00-0CA <b>A1</b> )	BU15-P16+A0+2D/T (6ES7193-6BP00-0DA <b>A1</b> )

Продовження табл. 7.4

Базовий модуль	Модуль вводу/виводу	Приклади відповідних модулів вводу/виводу для типів ВU	
		Модуль вводу/виводу	Базовий модуль
	Аналоговий модуль без вимірювання температури** • 6ES7...A1 • 24 В постійного струму • Ширина 15 мм	AI 4xU/I 2-wire ST (6ES7134-6HD00-0BA1)	
BU type <b>B0</b> (BU..B, базовий блок темного кольору)	Модуль цифрового виходу з реле • 6ES7...B0 • До 230 В змінного струму • Ширина 20 мм	RQ 4x120VDC-230VAC/5A NO ST (6ES7132-6HD00-0BB0)	BU20-P12+A4+0B (6ES7193-6BP20-0BB0)
BU type <b>B1</b> (BU..B, базовий блок темного кольору)	Цифрові модулі • 6ES7...B1 • До 230 В змінного струму • Ширина 20 мм	DI 4x120..230VAC ST (6ES7131-6FD00-0BB1)	BU20-P12+A0+4B (6ES7193-6BP20-0BB1)
BU type <b>C0</b> (BU..D, світлий базовий блок)	Модуль живлення з аварійним захистом • 6ES7...C0 • 24 В пост. струму • Ширина 20 мм CM AS-i Master ST/FCM AS-i Safety ST • 6ES7...C1 • До 30 В пост. струму • Ширина 20 мм	CM AS-i Master ST (3RK7137-6SA00-0BC1)	BU20-P6+A2+4D (6ES7193-6BP20-0DC0)
BU type <b>C1</b> (BU..B, базовий блок темного кольору)	F-CM AS-i Safety ST • 6ES7...C1 • До 30 В постійного струму • Ширина 20 мм	F-CM AS-i Safety ST (3RK7136-6SC00-0BC1)	BU20-P6+A2+4B (6ES7193-6BP20-0BC1)
BU type <b>D0</b>	Лічильник енергії зі штучним інтелектом • 6ES7...D0 • До 400 В змінного струму/480 В змінного струму • Ширина 20 мм	AI Energy Meter 480VAC ST (6ES7134-6PA20-0BD0)	BU20-P12+A0+0B (6ES7193-6BP00-0BD0)

Продовження табл. 7.4

Базовий модуль	Модуль вводу/виводу	Приклади відповідних модулів вводу/виводу для типів ВU	
		Модуль вводу/виводу	Базовий модуль
BU type <b>F0</b>	F-RQ 1×24 В постійного струму/24..230 В змінного струму/5 А • 6ES7...F0 • До 230 В змінного струму • Ширина 20 мм	F-RQ 1×24VDC/24..230VAC/5A (6ES7136-6RA00-0BF0)	BU20-P8+A4+0B (6ES7193-6BP20-0BF0)
BU type <b>U0</b>	DQ 4×24...230 В змінного струму/2A HF • 6ES7...U0 • До 400 В змінного струму/480 В змінного струму • Ширина 20 мм	DQ 4×24...230VAC/2A HF (6ES7132-6FD00-0CU0)	BU20-P16+A0+2D (6ES7193-6BP00-0BU0)

\* Для компенсації температури опорного спаю термопар. ВU типу А1 потрібен, якщо ви вимірюєте еталонну температуру спаю за допомогою внутрішнього датчика температури або якщо вам потрібні додаткові клеми 2×5.

Якщо використовується внутрішня еталонна температура переходу з ВU типу А1, необхідно забезпечити рівномірний розподіл температури на клемах.

\*\* Аналогові модулі з вимірюванням температури та без нього також можна підключати до ВU типу А0.

Таблиця 7.5 – Базовий блок для пускачів двигунів

Модуль	Вибір базового блоку										
	BU-30-MS1	BU-30-MS2	BU-30-MS3	BU-30-MS4	BU-30-MS5	BU-30-MS6	BU-30-MS7	BU-30-MS8	BU-30-MS9	BU-30-MS10	
Живлення 24 В	X		X								
Живлення 500 В	X	X			X		X	X			
Термінали F-DI (неможлива маршрутизація сигналу F-DI)					X	X					
F-DI ввід							X			X	
F-DI маршрутизація								X	X		
Пускачі двигунів											
DS 0.1 - 0.4 А HF	3RK1308-0AA00-0CP0	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X*
DS 0.3 - 1AHF	3RK1308-0AB00-0CP0	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X*
DS 0.9 - 3A HF	3RK1308-0AC00-0CP0	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X*

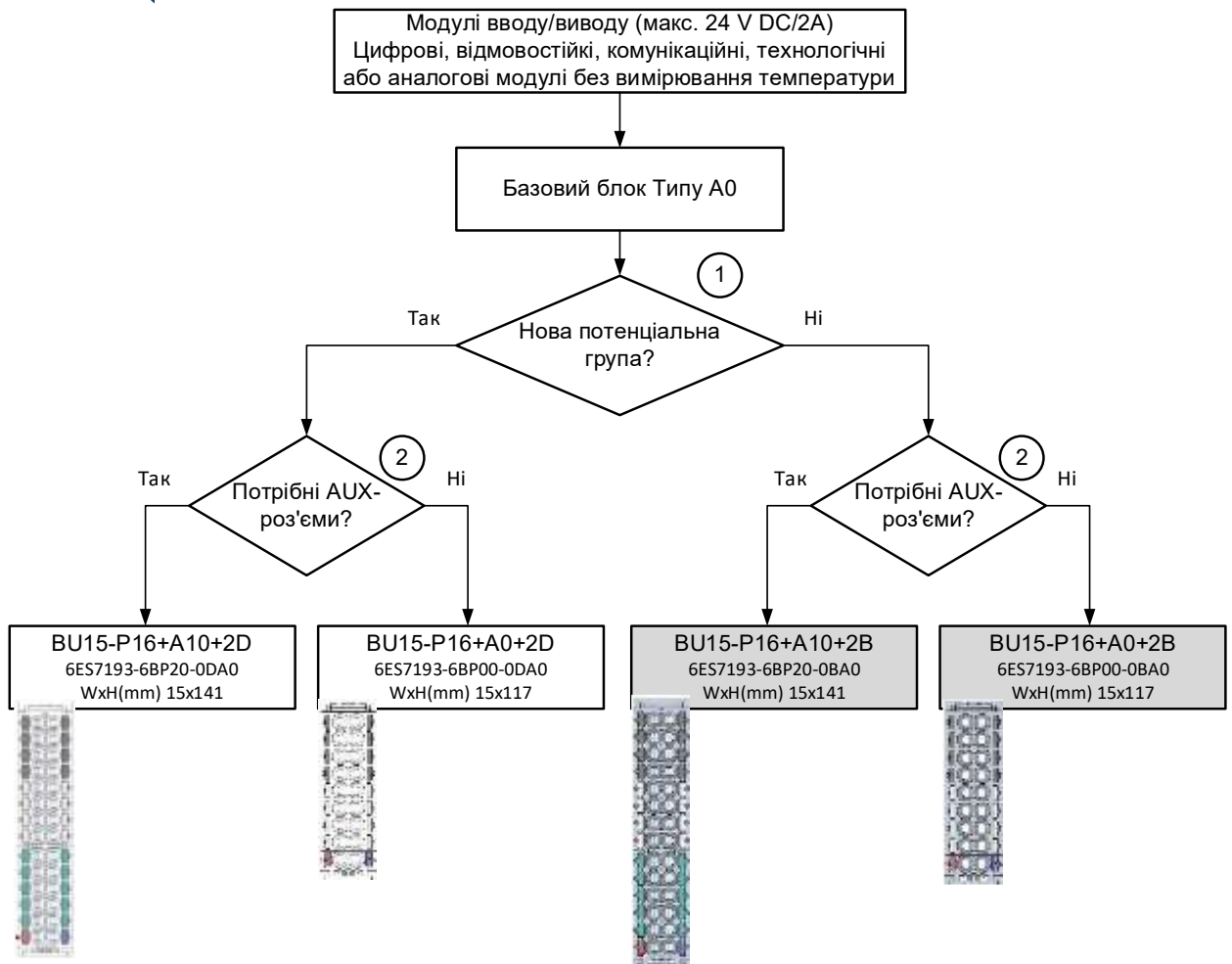
Модуль		Вибір базового блоку									
		BU-30-MS1	BU-30-MS2	BU-30-MS3	BU-30-MS4	BU-30-MS5	BU-30-MS6	BU-30-MS7	BU-30-MS8	BU-30-MS9	BU-30-MS10
DS 2.8 - 9A HF	3RK1308-0AD00-0CP0	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X*
DS 4.0 - 12A HF	3RK1308-0AE00-0CP0	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X*
RS 0.1 - 0.4 A HF	3RK1308-0BA00-0CP0	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X*
RS 0.3 - 1A HF	3RK1308-0BB00-0CP0	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X*
RS 0.9 - 3A HF	3RK1308-0BC00-0CP0	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X*
RS 2.8 - 9A HF	3RK1308-0BD00-0CP0	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X*
RS 4.0 - 12A HF	3RK1308-0BE00-0CP0	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X*
F-DS 0.1 - 0.4 A HF	3RK1308-0CA00-0CP0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F-DS 0.3 - 1A HF	3RK1308-0CB00-0CP0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F-DS 0.9 - 3A HF	3RK1308-0CC00-0CP0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F-DS 2.8 - 9A HF	3RK1308-0CD00-0CP0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F-DS 4.0 - 12A HF	3RK1308-0CE00-0CP0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F-RS 0.1 - 0.4 A HF	3RK1308-0DA00-0CP0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F-RS 0.3 - 1AHF	3RK1308-0DB00-0CP0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F-RS 0.9 - 3AHF	3RK1308-0DC00-0CP0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F-RS 2.8 - 9AHF	3RK1308-0DD00-0CP0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F-RS 4.0 - 12A HF	3RK1308-0DE00-0CP0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

\* Клеми F-DI або пристрої вводу/маршрутизуючі F-DI не функціонують у цій комбінації.

### Вибір базового блоку для модулів вводу-виводу

1) Цифрові, відмовостійкі, комунікаційні, технологічні чи аналогові модулі без вимірювання температури

На рисунку 7.9 приведено алгоритм вибору базового блоку для цифрових, відмовостійких, комунікаційних, технологічних або аналогових модулів без вимірювання температури



① **Світлий базовий блок:** Конфігурація нової групи потенціалів, електрична ізоляція від сусіднього модуля ліворуч. Перший базовий блок ET 200SP зазвичай є світлим базовим блоком для вхідної напруги живлення L+. Група потенціалів, розімкнута світлим BU типу U0, не повинна містити жодного темного базового блоку BU типу A0 або A1.

**Виняток:** Якщо ви вставляєте модуль вводу/виводу змінного струму як перший модуль вводу/виводу, AI Energy Meter 400VAC або AI Energy Meter 480VAC, перший базовий блок у конфігурації ET 200SP може бути темним. Вимога полягає в тому, щоб ви використовували CPU або IM 155-6 (станом на V3.0).

**Темний базовий блок:** Проведення внутрішньої шини живлення та AUX від сусіднього модуля ліворуч.

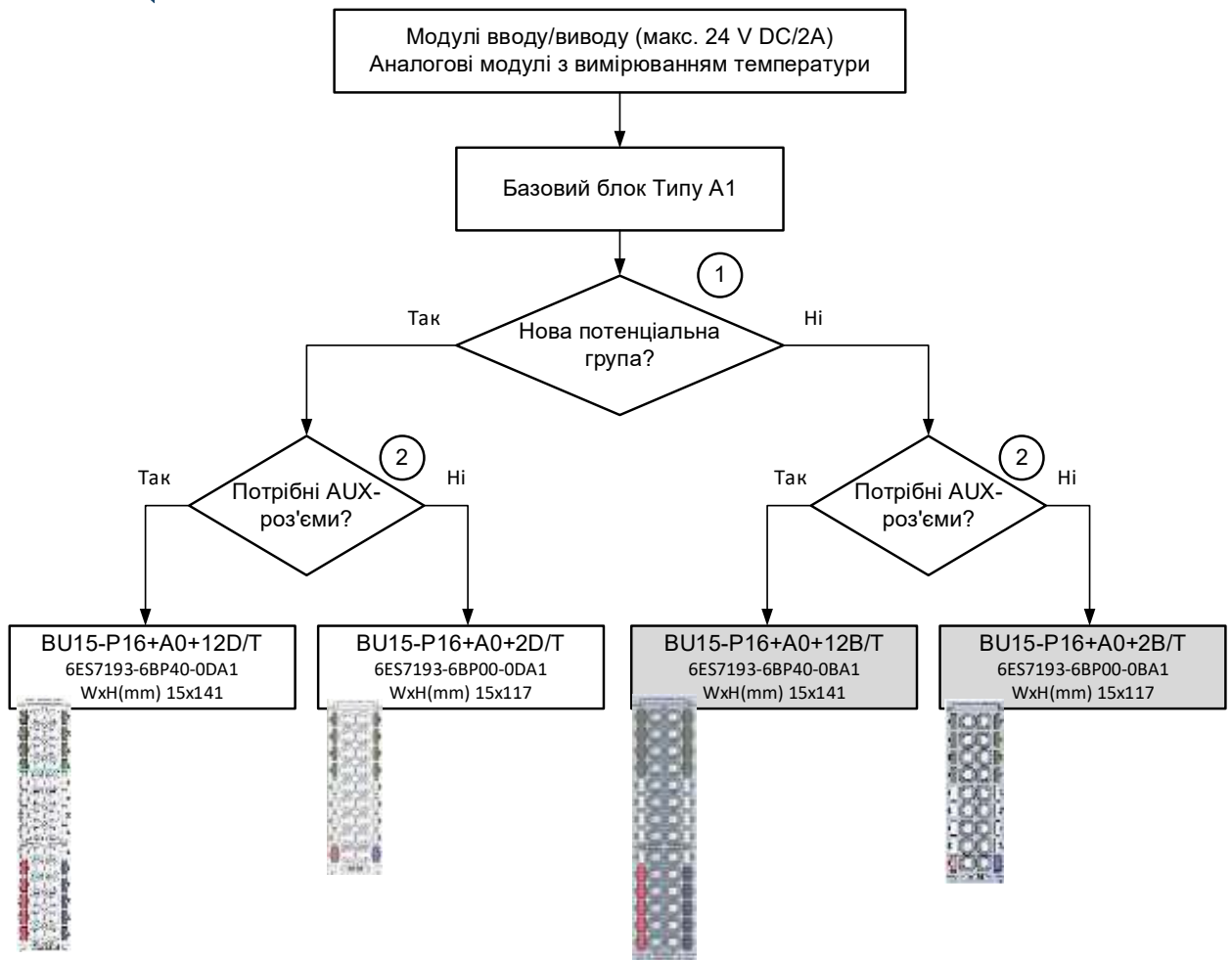
② **Роз'єм AUX:** 10 роз'ємів із внутрішньою перемичкою для індивідуального використання до 24 В постійного струму/10 А або як захисні провідники.

**Приклад:** підключення кількох кабелів для DI 8×24VDC ST

**Рисунок 7.9 – Цифрові, відмовостійкі, комунікаційні, технологічні чи аналогові модулі без вимірювання температури**

## 2) Аналогові модулі з виміром температури

На рисунку 7.10 приведено алгоритм вибору базового блоку для аналогових модулів з виміром температури



① **Світлий базовий блок:** конфігурація нової групи потенціалів, електрична ізоляція від сусіднього модуля зліва. Перший базовий блок ET 200SP зазвичай є світлим базовим блоком для входньої напруги живлення L+.

**Темний базовий блок:** Продовження внутрішньої шини живлення та AUX від сусіднього модуля ліворуч.

② **Додаткові клем:** 2 × 5 клем із внутрішньою перемичкою для індивідуального використання до 24 В постійного струму/2 А

**Приклад:** джерело живлення датчика для AI 4×U/I 2-wire ST

**Рисунок 7.10 – Аналогові модулі з вимірюванням температури**

### **Вибір пускача електродвигуна з відповідним базовим блоком**

1) Вибір базового блоку для пускачів електродвигунів

Пускачі двигунів BaseUnits "BU30-MS1", "BU30-MS2", "BU30-MS3" і "BU30-MS4" сумісні з усіма безвідмовними пускачами двигунів. Базові блоки пускачів двигунів «BU30-MS1», «BU30-MS2», «BU30-MS3», «BU30-MS4», «BU30-MS5», «BU30-MS6», «BU30-MS7», «BU30-MS8», «BU30-MS9» і «BU30-MS10» сумісні з усіма безвідмовними пускачами двигунів.

На рисунку 7.11 нижче показано критерії, які використовуються для вибору відповідного базового блоку:

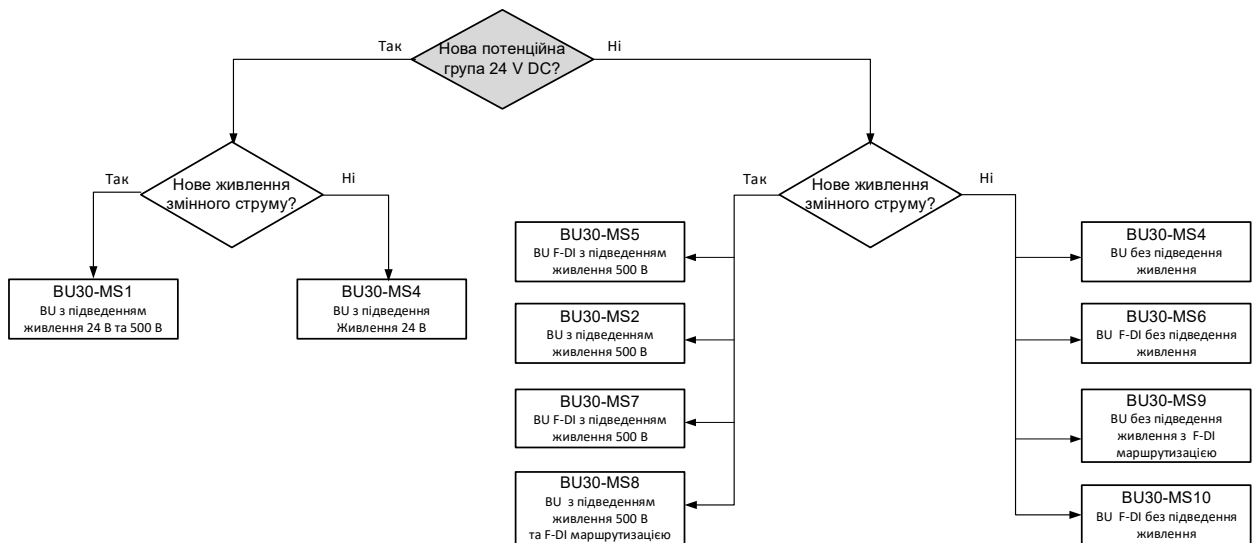


Рисунок 7.11 - Критерії для вибору відповідного базового блоку

На шині живлення для однофазного (L, N, PE) та трифазного (L1, L2, L3, PE) режиму роботи необхідно формування окремих груп потенціалів.

## 2) Вибір пускача двигуна

При виборі відповідного пускача двигуна, необхідно враховувати тип навантаження, згідно наступного алгоритму, який приведено на рисунку 7.12:

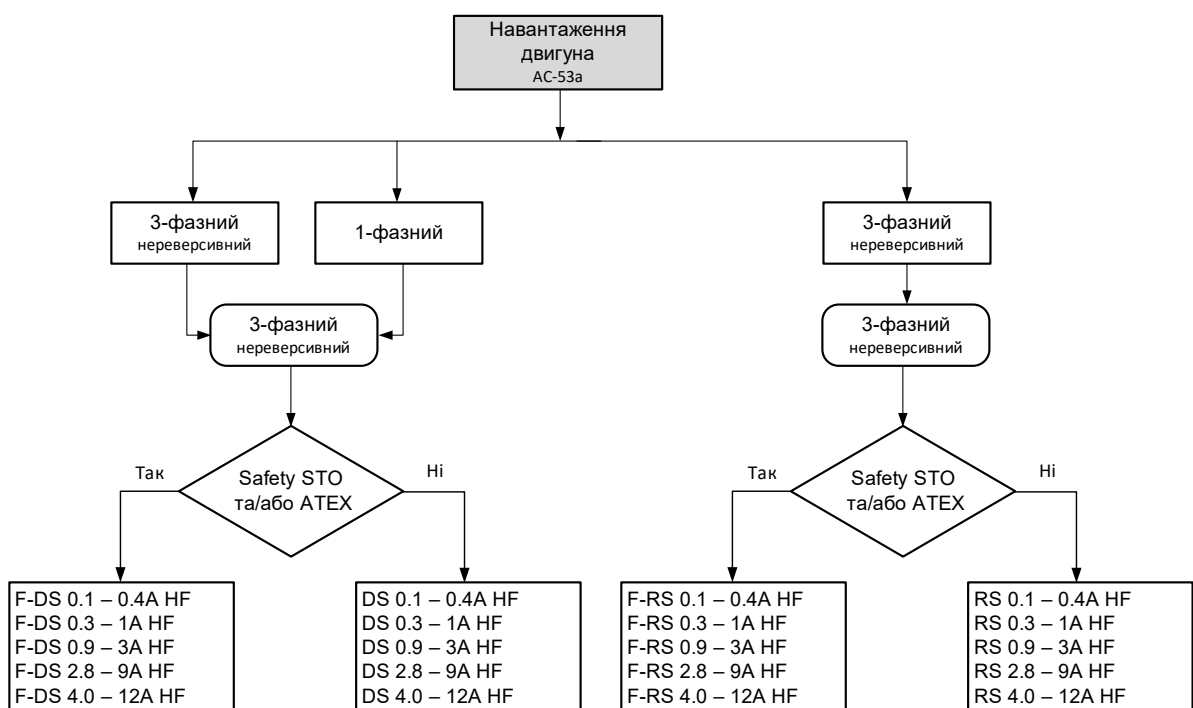


Рисунок 7.12 - Критерії для вибору відповідного пускача двигуна

### 3) Вибір аксесуарів для пускачів двигунів

Дотримуйтесь умов встановлення станції з пускачами двигунів ET 200SP. На рисунку 7.13 показано критерії, яким повинна відповідати станція.

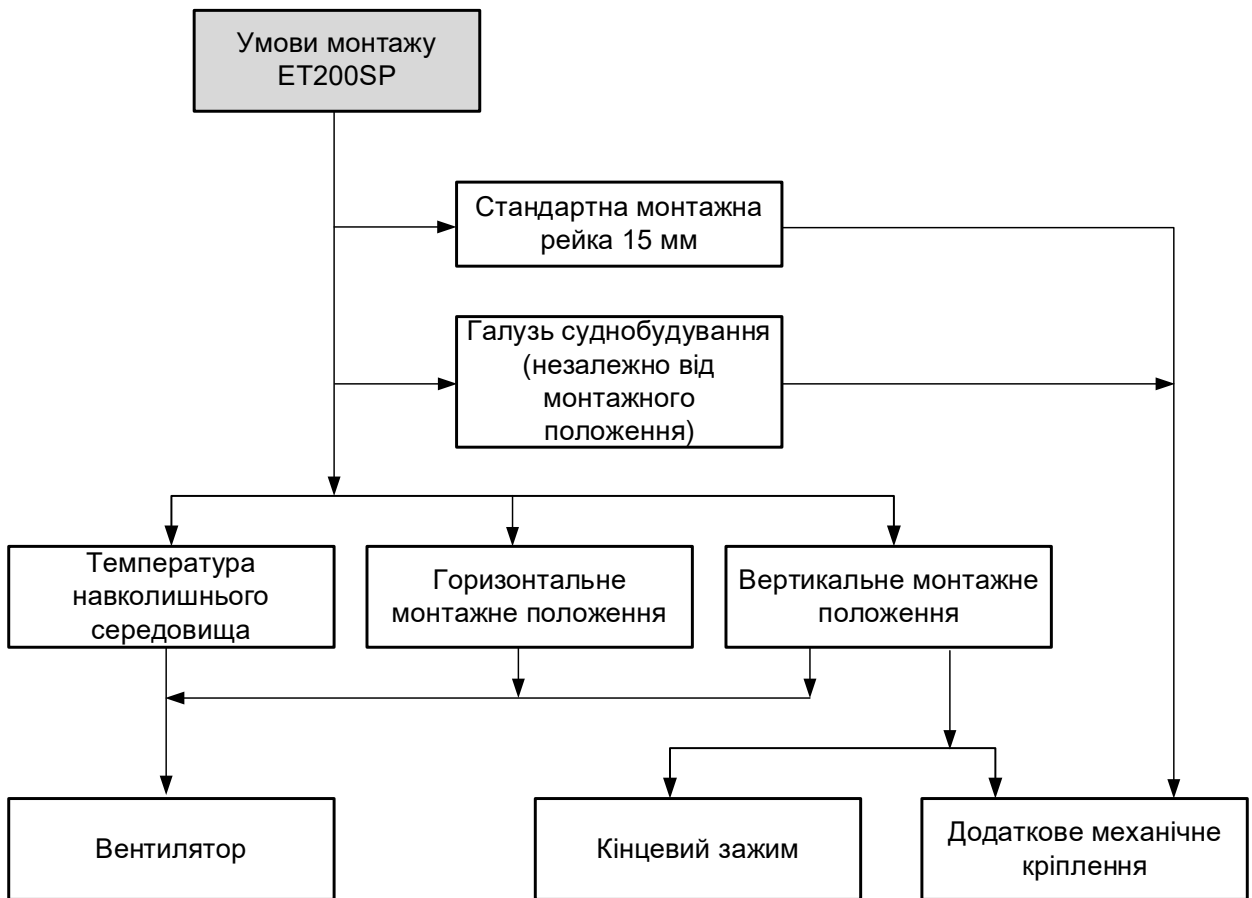


Рисунок 7.13 - Критерії відповідності станції

### Вибір модулів розподільника потенціалів

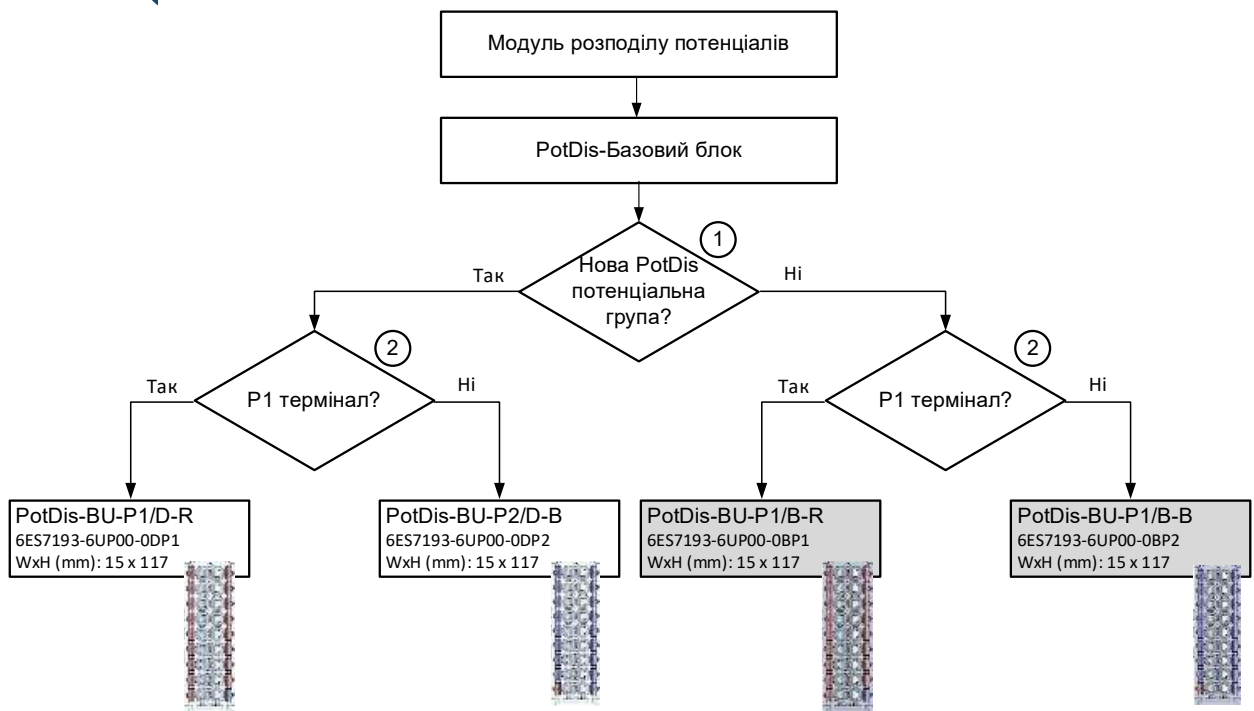
#### 1) Вибір PotDis-BaseUnit

Вибір відповідного модуля розподільника потенціалів PotDis-BaseUnit приведено на рисунку 7.14

Примітка:

- Потенційні групи, відкриті за допомогою світлого PotDis-BU, не повинні містити жодних модулів вводу/виводу. Можливо інтегрувати будь-які PotDis-BU темного кольору в потенційні групи модулів вводу/виводу, за умови, що вони засновані на джерелі живлення SELV/PELV.

- Якщо необхідно додаткові клеми PotDis-TB у потенційному розподільчому модулі, замініть PotDis-TB на кришку BU. Можна підключити лише одну потенційну групу в комбінації PotDis-BU та PotDis-TB.



① *Світлий базовий блок PotDis*: Конфігурація нової групи потенціалів, електрична ізоляція від сусіднього модуля ліворуч. Перший базовий блок ET 200SP зазвичай є світлим базовим блоком для вхідної напруги живлення.

② *Термінал P1*: 16 клем з внутрішньою перемичкою для індивідуального використання до 48 В постійного струму/10 А

*Приклад*: багатокабельне з'єднання для DI 16×24VDC ST

*Рисунок 7.14 - PotDis-BaseUnits*

- На PotDis-BU дозволені лише потенціали SELV/PELV. Розділіть різні групи потенціалів SELV/PELV можливо за допомогою світлих PotDis-BU.

- За допомогою модулів розподільника потенціалів можна підключатися лише до версій PotDis-TB BR-W та n.c.-G з потенціалом, який перевищує рівень напруги SELV/PELV.

- Клеми PotDis не можна безпосередньо налаштувати як PotDis через GSD/GSDML. Під час налаштування з GSD завжди використовуйте заглушку; з GSDML необхідно інтегрувати вільний простір.

## 2) Вибір PotDis-TerminalBlock

Вибір відповідного PotDis-TerminalBlock

За допомогою PotDis-TerminalBlock розширюється потенційний розподільний модуль PotDis-BaseUnit додатковими 18 потенційними терміналами.

Можливо вільно комбінувати клемні блоки PotDis та базові блоки PotDis. Доступні блоки PotDis-TerminalBlocks приведено в табл. 7.6.

**Таблиця 7.6 – Вибір TerminalBlock PotDis-TB**

TerminalBlock	Пояснення	Застосування
PotDis-TB-P1-R	Клемна колодка з 18 клемми з червоними пружинними розчеплювачами з підключенням до напруги живлення P1 базового блоку PotDis з SELV/PELV.	Забезпечення 18 х P1 потенціалу, напр. для живлення датчика P1 з 3-провідним з'єднанням для 16-канальних цифрових модулів вводу
PotDis-TB-P2-B	Клемна колодка з 18 клемми з блакитними пружинними розчеплювачами з підключенням до землі (P2) PotDis-BaseUnit	Забезпечення 18 х P2 потенціалу, напр. для заземлення живлення датчика з 2-провідним з'єднанням для 16-канальних модулів цифрового виводу
PotDis-TB-n.c.-G	Клемна колодка з 18 клемми з сірими пружинними розчеплювачами без з'єднання між собою або з шиною напруги PotDis-BaseUnit	Забезпечення 18 х NC, для резервування невикористаних сигналів/ліній, напр. для антивалентних датчиків у тій самій групі потенціалів
PotDis-TB-BR-W	Клемна колодка з 18 клемми, з'єднаними між собою білими пружинними розчеплювачами без підключення до шини напруги PotDis-BaseUnit	Забезпечення 17 терміналів зі спільним потенціалом (18-й термінал використовується для підведення) для живлення зовнішніх споживачів

**Правила конфігурації обладнання станції ET200SP**

Максимальна механічна конфігурація досягається, як тільки застосовується одне з наступних правил приведені в таблиці 7.7:

**Таблиця 7.7 - Максимальна механічна конфігурація**

Параметр	Правило
Кількість модулів вводу/виводу	Максимум 12/30/32/64 модулів вводу/виводу (залежно від використовуваного процесора/використаного інтерфейсного модуля)
Кількість пускачів двигунів	Максимум 31
Довжина внутрішньої шини ET 200SP	не більше 1 м ширини установки (включаючи сервер модуль, але без інтерфейсного модуля)

**Електрична максимальна конфігурація для модулів вводу/виводу**

Кількість працездатних модулів вводу/виводу потенційної групи обмежується такими факторами:

- енергоспоживання модулів вводу/виводу;



- Споживана потужність компонентів, що живляться через ці модулі вводу/виводу

Максимальна пропускна здатність за струмом клем на базовому блоці L+/M становить 10 А. «Пропускна здатність за струмом» стосується поточного навантаження через шину живлення та шину живлення станції ET 200SP. Враховуйте струмове навантаження під час використання пускача двигуна.

*Максимальна електрична конфігурація шини живлення пускача двигуна (24 В постійного струму)*

Для визначення потреби в струмі окремого пускача двигуна через шину живлення, необхідно враховувати наступні параметри:

- споживання струму через джерело живлення постійного струму в стані ON;

споживання струму через джерело живлення постійного струму при включенні (40 мс пікове навантаження);

- підвищене енергоспоживання через роботу вентилятора;

- потреба в струмі через джерело живлення датчика підключеного DI-модуля.

Максимальна навантажувальна здатність групи потенціалів 24 В становить 7 А у всьому допустимому діапазоні температур.

*Максимальна електрична конфігурація для шини живлення пускача двигуна (500 В змінного струму)*

Щоб визначити потребу в струмі окремого пускача двигуна через шину живлення, необхідно:

1) розрахувати необхідне значення струму через основні струмові шляхи окремого пускача двигуна. При цьому враховується параметр  $I_e$  (встановлений номінальний робочий струм пускача двигуна). Допустимі характеристики перевантаження живильника двигуна для двигунів визначаються за допомогою теплової моделі двигуна. Тоді розраховується значення струму ( $I_{\text{вхідна шина}}$ ) для шини живлення системи ET 200SP за такою формулою:


$$I_{\text{вхідна шина}} = \sum_n (I_e * 1,125)$$

де  $n$  - кількість пускачів двигунів потенційної групи на шині живлення

Для потенційної групи живлення змінного струму застосовуються такі значення:

- максимальна допустима сила струму становить 32 А при температурі навколишнього середовища до 50 °С;

- максимальна допустима сила струму становить 27 А при температурі навколишнього середовища до 60 °С;



- максимальне струмове навантаження відповідно до вимог *UL* становить 24 А за температури навколишнього середовища до 60 °С.

*Формування потенціальних груп*

Групи потенціалів для розподіленої системи вводу/виводу ET 200SP формуються шляхом систематичного розташування базових блоків (BaseUnits).

Для формування потенційних груп ET 200SP розрізняє такі базові одиниці:

1) BaseUnits BU...D (розпізнається за світлою клемною коробкою та світлою кнопкою розблокування монтажної рейки):

– Відкриття нової потенційної групи (шина живлення та шина AUX перериваються зліва)

– Подача напруги живлення (постійного або змінного струму) до вхідного струму 10 А, залежно від використовуваного базового блоку.

2) Базові блоки BU...B (розпізнаються за темною клемною 2) BaseUnits BU...B (розрізняються темною клемною коробкою та темною кнопкою розблокування монтажної рейки):

– Проведення потенційної групи (шина живлення та шина AUX продовжено)

– Відведення напруги живлення (постійного або змінного струму) для зовнішніх компонентів або проходження з максимальним загальним струмом 10 А, залежно від базового блоку, який використовується.

3) Базові блоки BU30-MSx (Базовий блок лише для пускача двигуна) Залежно від версії, базові блоки модельного ряду "BU30-MSx" мають такі властивості:

– Відкриття нової групи потенціалів або продовження існуючої

– Подача напруги живлення L+ до струму живлення 7 А постійного струму


– Відкриття нової групи навантаження або продовження існуючої за допомогою шини живлення 500 V AC

– Подача лінійної напруги до струму живлення 32 А AC

– Подача та маршрутизація сигналу F-DI

*Розміщення та групування модулів вводу/виводу*

Кожен базовий блок (BaseUnit) BU...D в конфігурації ET 200SP, відкриває нову групу потенціалів та забезпечує всі наступні модулі вводу/виводу (на базових блоках BU...B) необхідною напругою живлення. Перший модуль вводу/виводу постійного струму 24 В праворуч від модуля процесора/інтерфейсу має бути встановлений на світлому базовому блоку BU...D.



Виняток: Якщо встановлюється модуль вводу/виводу змінного струму або лічильник енергії штучного інтелекту як перший модуль вводу/виводу, перший базовий блок у конфігурації ET 200SP може бути темним. Вимога полягає в тому, щоб ви використовували процесор або IM 155-6 (V3.0).

Якщо необхідно розташувати ще один базовий блок BU...В після базового блоку BU...D, від'єднайте шину живлення та допоміжну шину AUX і одночасно відкрийте нову групу потенціалів. Це дозволяє індивідуально групувати напруги живлення.

*Примітка.* Усі базові блоки, розміщені в групі навантаження, повинні відповідати потенціалу живлення відповідного світлого базового блоку.

Не підключайте жодного базового блоку типу "BU...В" праворуч від базового блоку пускача двигуна (BU30-MSxx).

### *Розміщення та підключення модулів розподілу потенціалів*

Модулі розподілу потенціалів забезпечують інтегровані в систему розподільники потенціалів, які можна використовувати для швидкої та компактної заміни стандартних систем розподілу потенціалів.

Можливо розмістити модулі розподілу потенціалів у будь-якому місці розподіленої системи вводу/виводу ET 200SP. Для цього необхідно дотримуватися тих самих правил проектування, що й для розміщення та підключення модулів вводу/виводу. Модулі розподілу потенціалів підходять лише для SELV/PELV.

Модуль розподілу потенціалів складається з базового блоку розподілу потенціалів (PotDis-BU) та (за необхідності) клемної колодки розподілу потенціалів (PotDis-TB), що підключається до нього. Якщо не потрібні додаткові клеми PotDis-TB, необхідно встановити кришку BU (15 мм) на PotDis-BaseUnit.

Не розміщуйте базовий блок для модулів вводу/виводу в потенційній групі PotDis, утвореній зі світлим PotDis-BaseUnit.


*Примітка.* Для ідентичні напруги з модулями розподілу потенціалів.

До клем модуля розподілу потенціалів або групи потенціалів PotDis можна підключати лише однакові напруги SELV/PELV. Приклад: Ви підключаєте лише 24 В постійного струму.

### *Розміщення та групування модулів вводу/виводу та пускачів двигунів*

Для групи потенціалів (L+/M) застосовуються такі правила розміщення слотів у модулях пускачів двигунів та інших модулях вводу/виводу ET 200SP:

- у розібраному вигляді базовий блок (базовий блок з кришкою BU) необхідно вставити між процесором, інтерфейсним модулем або



модулем вводу/виводу та пускачем двигуна. Це не обов'язково робити між пускачами двигунів;

- порожній слот може приймати потенціал (24 В постійного струму) групи потенціалів ліворуч від нього (L+, M), тобто модулі вводу/виводу та пускачі двигунів можуть працювати в одній групі потенціалів;

- якщо необхідно вставити модуль вводу/виводу праворуч від пускача двигуна, використовується лише один базовий блок типу BU...D Тур А0 (світла клемна коробка);

- базові блоки BU30-MS2, BU30-MS4, BU30-MS5, BU30-MS6, BU30-MS7, BU30-MS8, BU30-MS9 та BU30-MS10 можуть продовжувати потенційну групу інших типів базових блоків.

Однак зверніть увагу на такі винятки:

- тільки базовий блок типу BU30-MS1 або BU30-MS3 може слідувати за модулем AS-i (потенційна група AS-i);

- тільки базові блоки з аварійно-безпечними пускачами двигунів можна підключати разом в одну потенційну групу F-PM-E.

#### *Шина AUX (Допоміжна шина)*

Базові блоки з додатковими контактами AUX (наприклад, BU15-R16+A10+2D) дозволяють підключати додатковий потенціал (до максимальної напруги живлення модуля) через шину AUX.

У випадку світлих базових блоків шина AUX переривається зліва. У випадку базових блоків BU30-MS1 - BU30-MS7 та BU30-MS10 шина AUX переривається зліва.

Шина AUX блоків BU30-MS8 та BU30-MS9 використовується для маршрутизації F-DI.

Шину AUX можна окремо використовувати

- як шину захисного заземлення (відповідає вимогам EN 60998-1);
- для подачі додатково необхідної напруги.

Характеристики шини AUX:

- максимальний струм навантаження потенційної групи (при температурі навколишнього середовища 60 ° C): 10 А;

- допустима напруга: = 24 В.

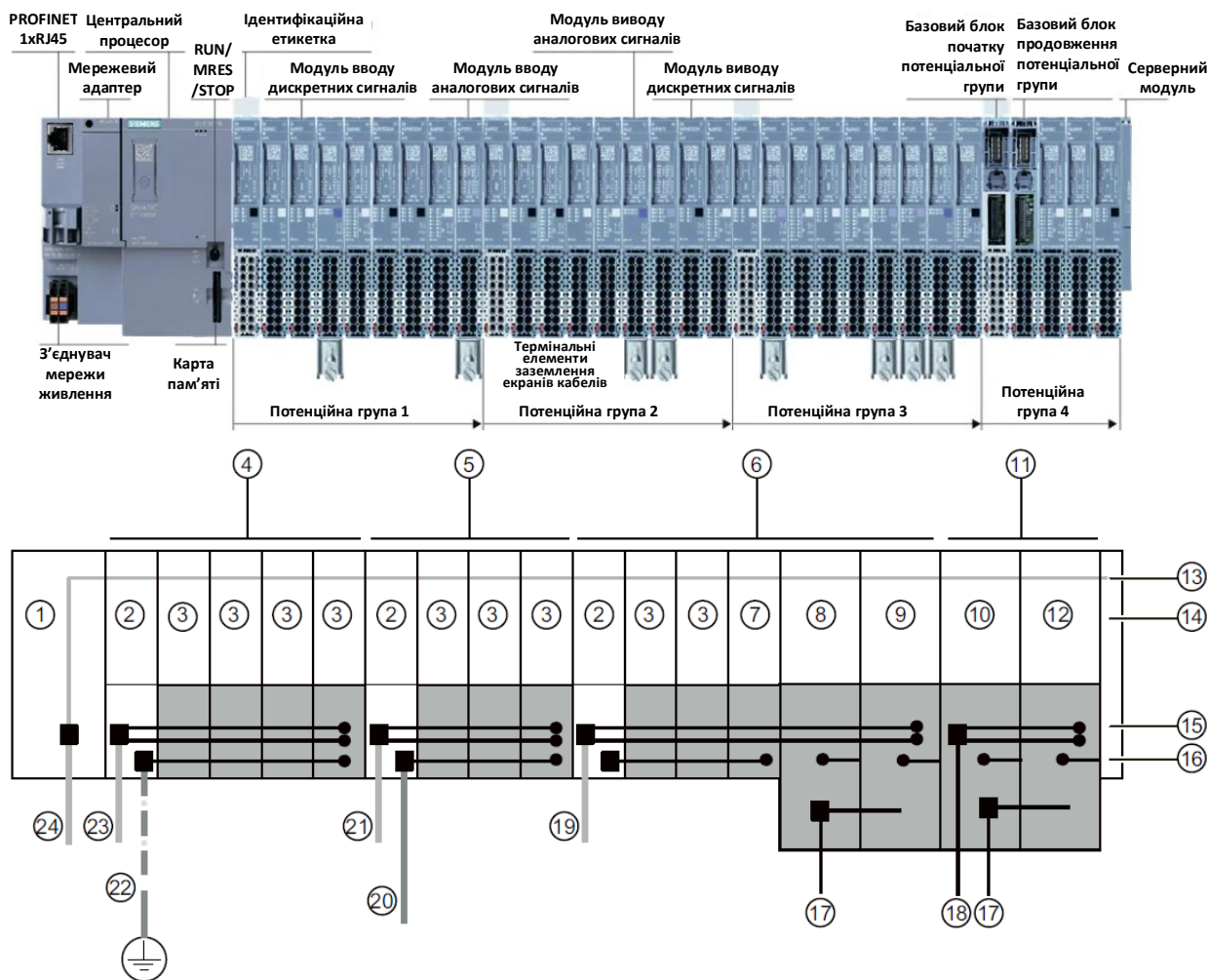
#### *Шина живлення (внутрішня шина)*

Напруга живлення L+ подається на базовий блок BU...D, BU30-MS1 або BU30-MS3. Напруга живлення L+ для базових блоків BU...В подається на червоний та синій контакти. Базові блоки пускача двигуна «BU30-MS1», «BU30-MS2», «BU30-MS3», «BU30-MS4», «BU30-MS5», «BU30-MS6», «BU30-MS7», «BU30-MS8», «BU30-MS9» та «BU30-MS10» не мають такого доступу

## Принцип дії для формування різних груп потенціалів для живлення електроніки 24 В постійного струму

За допомогою різних базових блоків можна формувати різні групи потенціалів для живлення електроніки 24 В постійного струму (L+/M) та для живлення змінного струму.

Діапазон напруги живлення змінного струму становить від 48 В змінного струму до 500 В змінного струму. Принцип розміщення базових блоків (BaseUnit) приведено на рис. 7.15.



- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1 CPU/інтерфейсний модуль             | 13 Об'єднувальна шина                                      |
| 2 BaseUnit BU...D                     | 14 Серверний модуль  |
| 3 шини BaseUnit BU...B                | 15 Шини напруги P1/P2                                      |
| 4 Група потенціалів 1                 | 16 AUX   |
| 5 Група потенціалів 2                 | 17 Шина живлення 500 В змінного струму (L1, L2(N), L3, PE) |
| 6 Група потенціалів 3                 | 18 Напруга живлення L+                                     |
| 7 BaseUnit BU...B з фіктивним модулем | 19 Напруга живлення L+ (3)                                 |
| 8 Базовий блок BU30-MS2               | 20 Додатково потрібна напруга                              |
| 9 BaseUnit BU30-MS4                   | 21 Напруга живлення L+ (2)                                 |
| 10 BaseUnit BU30-MS1                  | 22 Захисний провідник (зелений/жовтий)                     |
| 11 Група потенціалів 4                | 23 Напруга живлення L+ (1)                                 |
| 12 Базовий блок BU30-MS4              | 24 Напруга живлення 1L+                                    |

Рисунок 7.15 - Розміщення базових блоків (BaseUnit)

## Підключення різних потенціалів до шин AUX

При підключенні різних потенціалів до внутрішніх шин P1, P2 або AUX у складі станції ET 200SP потенційні групи обов'язково поділяються базовими блоками BU...D.

### Формування потенційних груп з базовим блоком типу B1

Модулі вводу/виводу змінного струму ET 200SP необхідні для підключення датчиків/виконавчих механізмів зі змінною напругою від 24 до 230 В змінного струму.

Використовуються:

Базові блоки BU20-P12+A0+4B (BU тип B1) та:

- DI 4x120..230VAC ST цифровий вхідний модуль
- DQ 4x24..230VAC/2A ST цифровий вихідний модуль

**Принцип роботи:** Підключіть необхідну змінну напругу до модуля вводу/виводу змінного струму безпосередньо від базових блоків BU20-P12+A0+4B (клеми 1L, 2L/1N, 2N). Вставте модулі вводу/виводу змінного струму в базові блоки.

**Примітка** щодо, розміщення базових блоків для модулів вводу/виводу змінного струму. Якщо встановлюється модуль вводу/виводу змінного струму як перший модуль вводу/виводу, то базовий блок BU20-P12+A0+4B також може бути першим базовим блоком праворуч від модуля процесора/інтерфейсу в конфігурації ET 200SP.

**Формування груп потенціалів за допомогою пускачів двигунів (див. табл. 7.8 )**

**Таблиця 7.8 - Огляд функцій базових пристроїв**

	Живлення 24 В	Продовження 24 В з лівого модуля	Передача 24 В	Живлення 500 В	Продовження 500 В з лівого модуля	Передача 500 В	Живлення F-DI	Продовження F-DI з лівого модуля	F-DI маршрутизація
3RK1908-0AP00-0AP0	+		+	+		+			
3RK1908-0AP00-0CP0		+	+	+		+			
3RK1908-0AP00-0BP0	+		+		+	+			
3RK1908-0AP00-0DP0		+	+		+	+			
3RK1908-0AP00-0EP0		+	+	+		+	+		
3RK1908-0AP00-0FP0		+	+		+	+	+		
3RK1908-0AP00-0GP0		+	+	+		+	+		+
3RK1908-0AP00-0HP0		+	+	+		+		+	+
3RK1908-0AP00-0JP0		+	+		+	+		+	+
3RK1908-0AP00-0KP0		+	+		+	+	+		+

На рисунку 7.16 приведено приклад конфігурації для потенційних груп з базовими блоками.

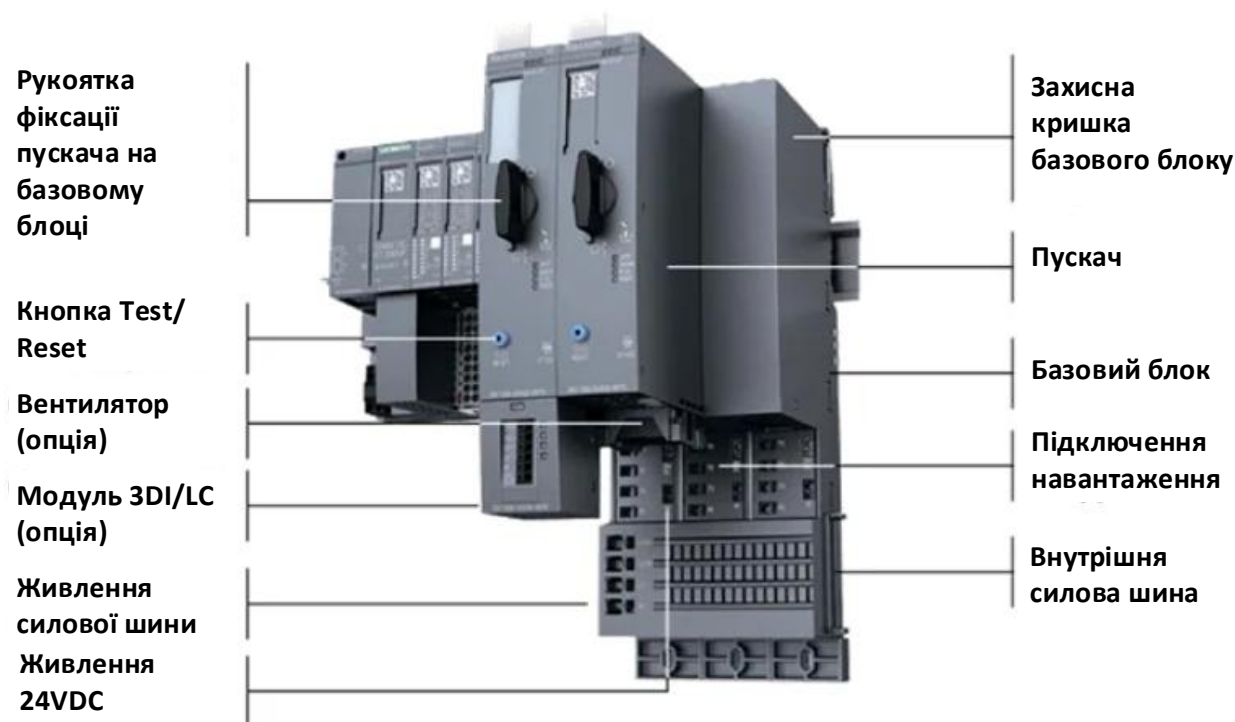


Рисунок 7.16 – Приклад конфігурації для потенційних груп з базовими блоками

### Властивості шини живлення 500 В змінного струму

Шина живлення має такі властивості:

- шина живлення збирається шляхом встановлення базових блоків стартера двигуна "BU30-MSx".

- шина живлення розподіляє енергію до пускача двигуна SIMATIC ET 200SP в межах однієї групи навантаження.

- можливо відкривати групи навантаження, підключивши базовий блок живлення 500 В (BU30-MS1, BU30-MS2, BU30-MS5, BU30-MS7 або BU30-MS8). З базовими блоками BU30-MS3, BU30-MS4, BU30-MS6, BU30-MS9 або BU30-MS10 можливо продовжити шину живлення з лівого базового блоку.

- через вхідну шину здійснюється живлення трифазної групи навантаження через L1, L2 та L3 або однофазні групи навантаження через L та N.

- допустимий діапазон напруги становить від 48 до 500 В змінного струму.

- максимальна струмова здатність становить до 32 А (3 фази) при 50 °С та 500 В..

Властивості самоорганізуючої шини напруги (L+):

- Максимальний струм: 7 А
- Номінальна напруга: 24 В

Шина AUX1 не підтримується в базових блоках пускачів двигунів SIMATIC ET 200SP. Шина AUX1 використовується в пусках двигунів ET 200SP для маршрутизації сигналу F-DI в BU30-MS7 до BU30-MS10.

Наступні пристрої використовуються для формування груп потенціалів із пусками двигунів:

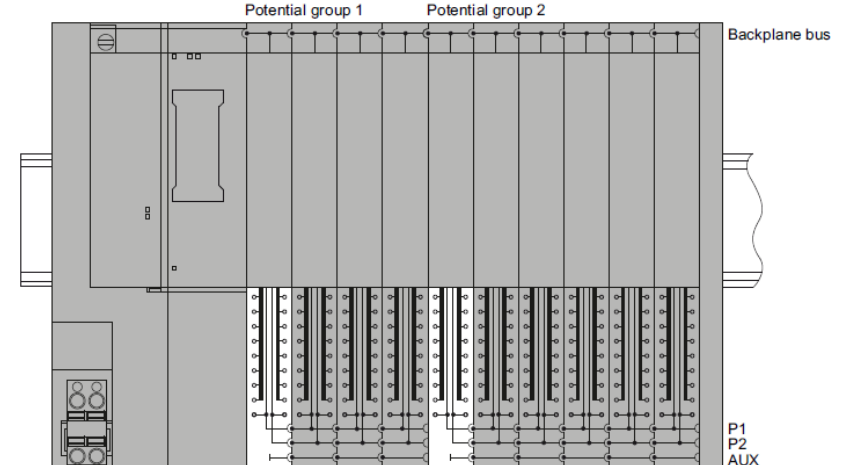
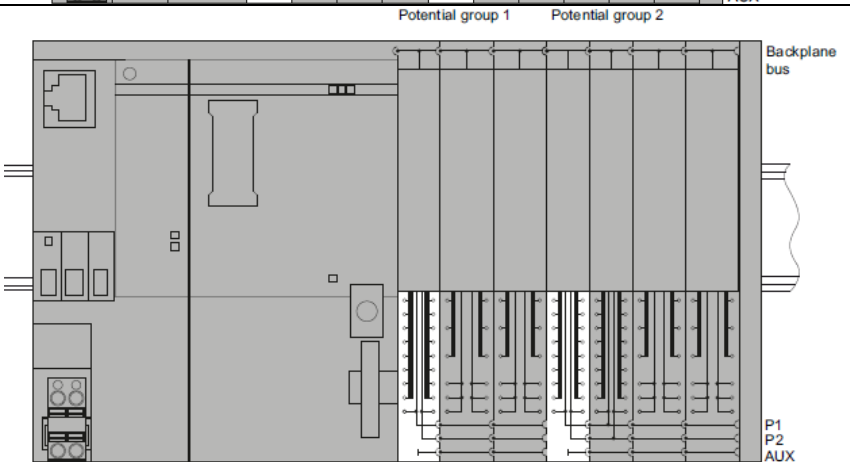
- базові блоки BU30-MSx
- пускачі двигунів 3RK1308-0xx00-0CP0

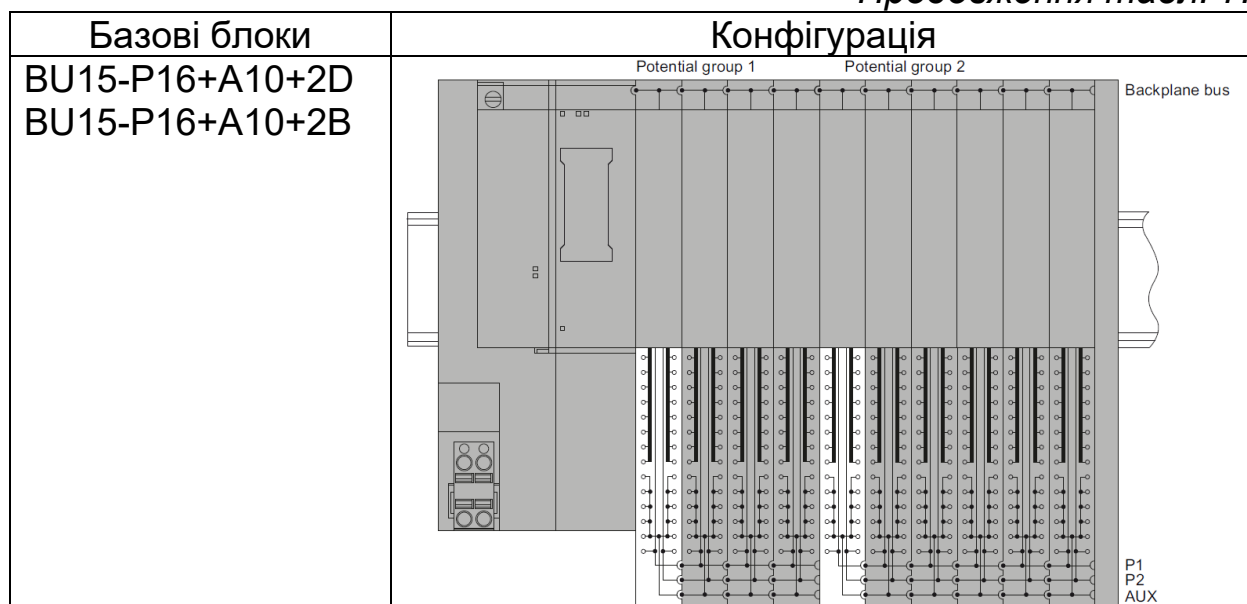
*Принцип роботи:* Підключіть напругу живлення L+ через базові блоки BU30-MS1 та BU30-MS3 до клем 24 В постійного струму та M.

Пускач двигуна можна експлуатувати в однофазній (L1, N, PE) або трифазній (L1, L2, L3, PE) системі змінного струму. Необхідну змінну напругу підключайте безпосередньо до базових блоків BU30-MSx (клеми L1, L2(N), L3, PE). Пускач двигуна підключається до базових блоків.

В таблиці 7.9 приведено приклади конфігурації

Таблиця 7.9 – Приклади конфігурації

Базові блоки	Конфігурація
BU15-P16+A0+2D BU15-P16+A0+2B	
BU15-P16+A0+2D BU15-P16+A0+2B BU20-P16+A0+2B	



### 7.2.3 Приклад створення мережевого розподіленого вводу/виводу ET 200MP та ET200SP з використанням інтерфейсних модулів

Розглянемо приклад створення розподілені системи вводу/виводу в апаратній конфігурації:

1) Розподілена система вводу/виводу ET 200SP, яка складається з таких компонентів:

- Інтерфейсний модуль для зв'язку з CPU.
- до 32 модулів, які можна вставляти в будь-якій комбінації.
- серверний модуль, що завершує конфігурацію.

2) Розподілена система вводу/виводу ET 200MP, яка складається з таких компонентів:

- Інтерфейсний модуль для зв'язку з CPU.
- до 30 модулів, кожен з яких забезпечує до 32 каналів.

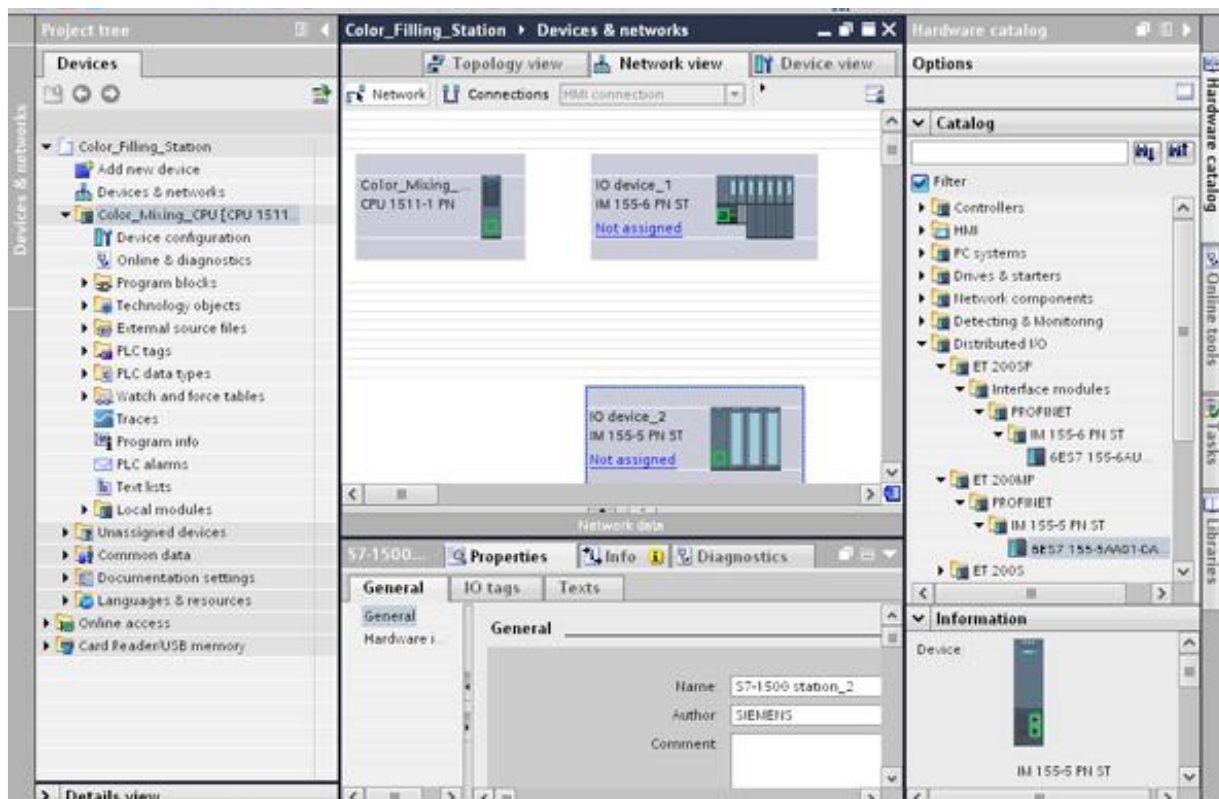
3) Контролера вводу/виводу CPU 1511-1 PN та призначених йому пристроїв PROFINET IO

Порядок дій додавання інтерфейсних модулів ET 200 до вікна «Network view»

1. Відкрийте [Hardware catalog - "Каталог обладнання"].
2. Перейдіть до [Network view - "Вигляд мережі"].
3. Відкрийте папки [<Controllers> - <Simatic S7-1500> - <CPU> - <CPU 1511-1 PN>] та додайте ПЛК «6ES7 511-1AL03-0AB0» до вікна «Network view» шляхом його перетягування.
4. Відкрийте папки [Distributed I/O" and "ET 200SP -"Розподілений ввід/вивод"] та "ET 200SP".
5. Відкрийте папку "IM 155-6 PN ST" перетягніть інтерфейсний модуль "6ES7155-6AU01-0BN0" у вікно мережевого перегляду.
6. Відкрийте папку "ET 200MP".

7. Відкрийте папку "IM 155-5 PN ST" перетягніть інтерфейсний модуль "6ES7155-5AA01-0AB0" у вікно Network view.

Системи вводу/виводу створено в конфігурації обладнання, яка приведена на рис. 7.17.



*Рисунок 7.17 - Приклад додавання компонентів розподілені системи вводу/виводу в апаратній конфігурації*

Система PROFINET IO складається з контролера PROFINET IO та призначених йому пристроїв PROFINET IO:

- CPU 1511-1 PN, використовується як контролер PROFINET IO;
- розподілені системи вводу/виводу ET200MP та ET200SP які використовуються як пристрої PROFINET IO.

Порядок дій створення системи PROFINET IO

1. Перетягніть з'єднання з інтерфейсу інтерфейсного модуля IM 155-5 PN ST на інтерфейс CPU.

2. Створіть друге з'єднання між інтерфейсним модулем IM 155-6 PN ST та CPU.

Інтерфейсні модулі призначені CPU як пристрої вводу/виводу. Дві розподілені системи вводу/виводу відображаються в навігації проекту в папці [Distributed I/O - "Розподілений ввід/вивід"] під CPU.

Система PROFINET IO була створена автоматично в процесі мережевого підключення, а її властивості відображаються в режимі [Network view – "Перегляду мережі"] (див. рис. 7.18).

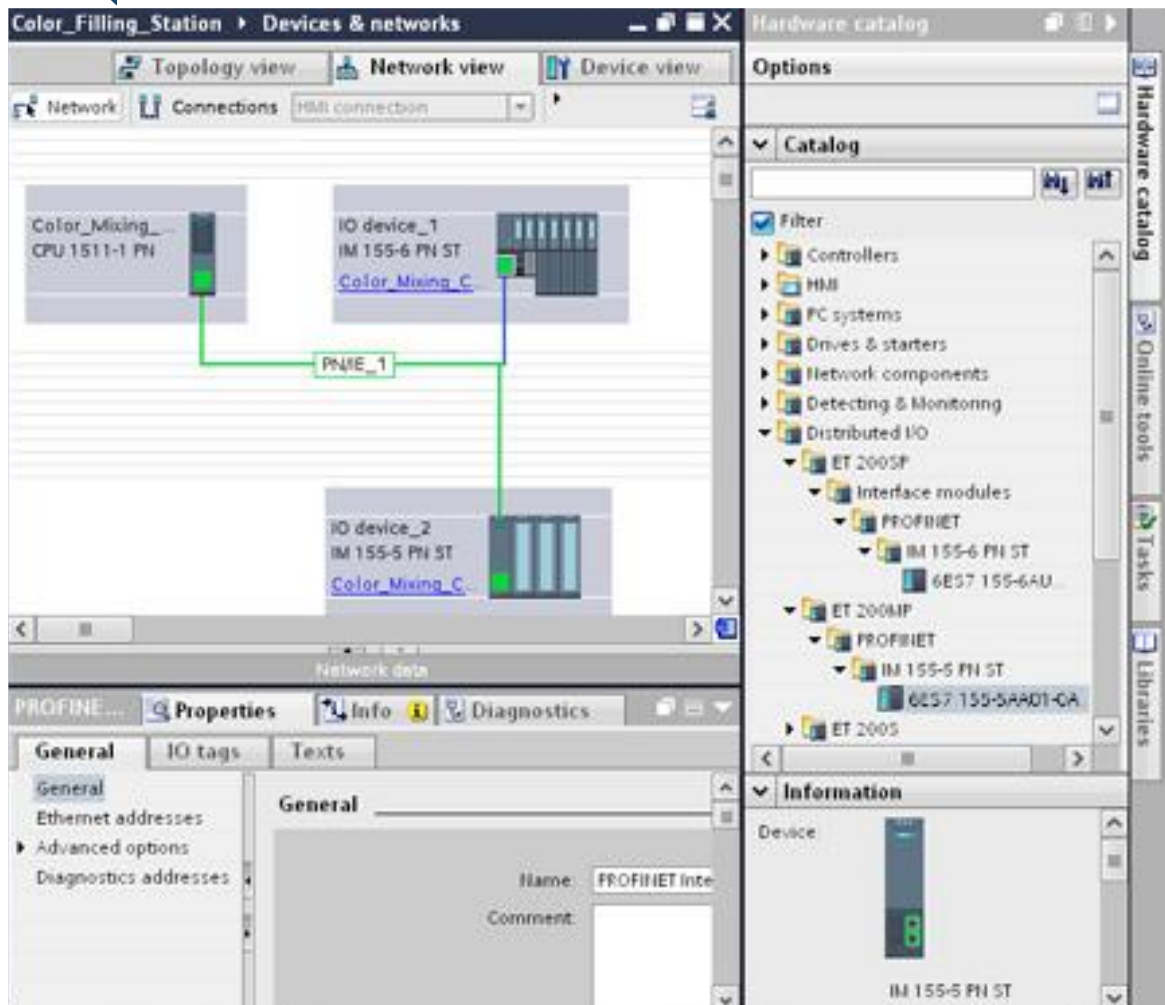


Рисунок 7.18 - Приклад створеної системи PROFINET IO

На наступному етапі конфігурується апаратна частина станцій розподіленого вводу/виводу ET

1) Додавання модулів вводу/виводу та серверного модуля для ET 200SP

Станція ET200 SP обов'язково потрібна мати серверний модуль для роботи модулів вводу та виводу, так як модулі вийдуть з ладу, якщо серверний модуль відсутній.

Кількість модулів вводу/виводу, які можна використовувати на потенційну групу, залежить від таких факторів:

1. Загальна потреба в потужності всіх модулів вводу/виводу, що працюють на цій потенційній групі

2. Загальна потреба в потужності всіх навантажень, підключених зовні до цієї потенційної групи

Сума загального струму, розрахованого відповідно до 1 та 2, не повинна перевищувати допустиму струмову здатність базового блоку BaseUnit, що використовується, та джерела струму навантаження.

Встановлення параметру [Potential group - "Група потенціалів"] для модуля здійснюється наступним чином зазначеним в табл. 7:10.

Таблиця 7.10 - Встановлення параметру [Potential group - "Група потенціалів"]

Параметри	Діапазон значень	Використання
Потенційна група	Використовувати групу потенціалів лівого модуля (налаштування за замовчуванням)	якщо сумарне енергоспоживання всіх модулів зліва + енергоспоживання модуля менше поточної пропускної здатності базового блоку BaseUnit
	Включити нову потенційну групу	якщо загальне енергоспоживання всіх модулів зліва + енергоспоживання модуля більше, ніж поточна пропускна здатність базового блокуBaseUnit

Послідовність дій створення механічної конфігурації станції ET 200SP з модулів вводу та виводу, а також серверного модулю:

1. Відкрийте вікно пристрою ET 200SP.
2. Відкрийте папки "DI" та "DI 16x24VDC ST" у каталозі обладнання. Перетягніть модуль вводу "6ES7131-6BH01-0BA0" у слот 1 монтажної рейки.
3. Відкрийте папки "DQ" та "DQ 16x24V DC/0,5A ST". Перетягніть вихідний модуль "6ES7132-6BH01-0BA0" у слот 2 монтажної рейки.
4. Відкрийте папку [Server modules - "Серверні модулі"]. Перетягніть серверний модуль "6ES7 193-6PA00-0AA0" у слот 3 рейки.

В результаті створена механічна конфігурація станції з модулів вводу та виводу, а також серверного модулю приведена на рис. 7.19.

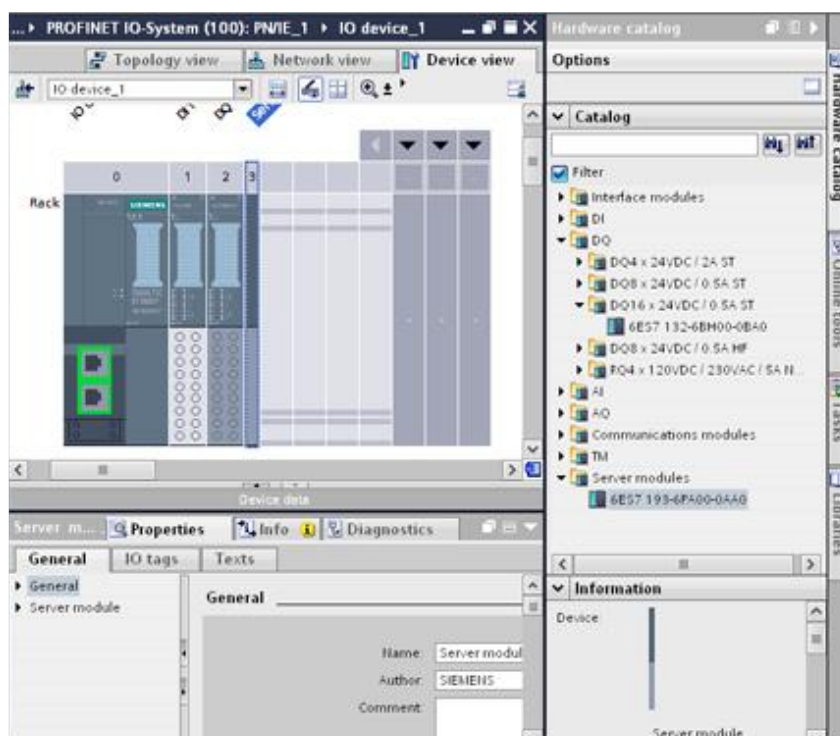


Рисунок 7.19 – Приклад механічної конфігурації станції ET 200SP

- 2) Додавання модулів вводу/виводу до станції ET 200MP
    1. Відкрийте вікно пристрою ET 200MP.
    2. Відкрийте папки "DI" та "DI 16x24VDC HF" у каталозі обладнання.
    3. Перетягніть модуль вводу "6ES7 521-1BH00-0AB0" у слот 2 рейки.
    4. Відкрийте папки "DQ" та "DQ 16x24VDC/0.5A HF".
    5. Перетягніть модуль виводу "6ES7522-1BH01-0AB0" у слот 3 монтажної рейки.
- В результаті створена механічна конфігурація станції ET 200MP з модулів вводу та виводу (див. рис. 7.20).

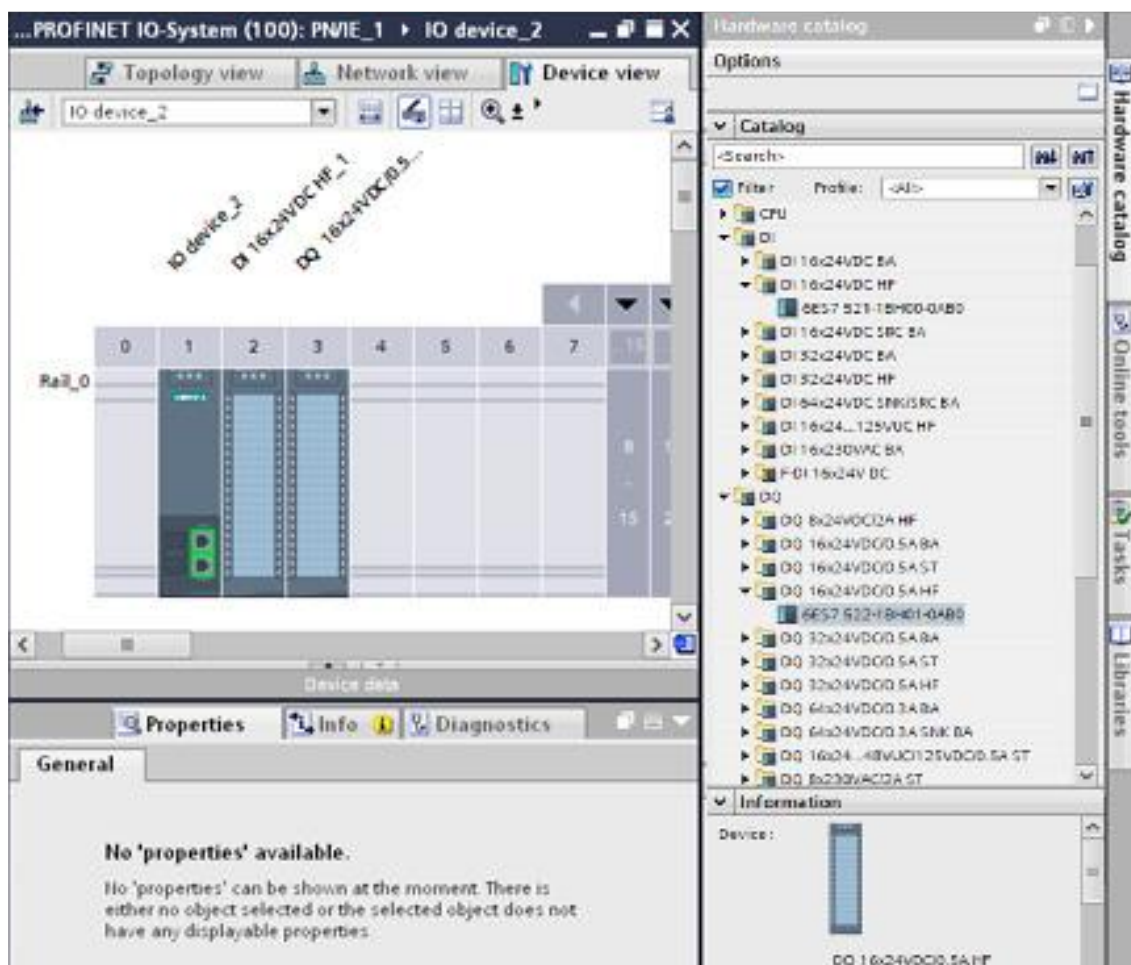


Рисунок 7.20 – Приклад механічної конфігурації станції ET 200MP

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 7. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ PROFINET IO

*Мета роботи:* засвоїти методику розробки та конфігурування розподіленої периферії та інтелектуальних відомих пристроїв системи PROFINET IO.

### 7.3 PROFINET IO компоненти

PROFINET IO пропонує стандартизований інтерфейс відповідно до IEC 61158 для промислової автоматизації через Industrial Ethernet. Контролер вводу/виводу в CPU керує обміном даними з розподіленими станціями, які називаються пристроями вводу/виводу. (див. рис. 7.21).

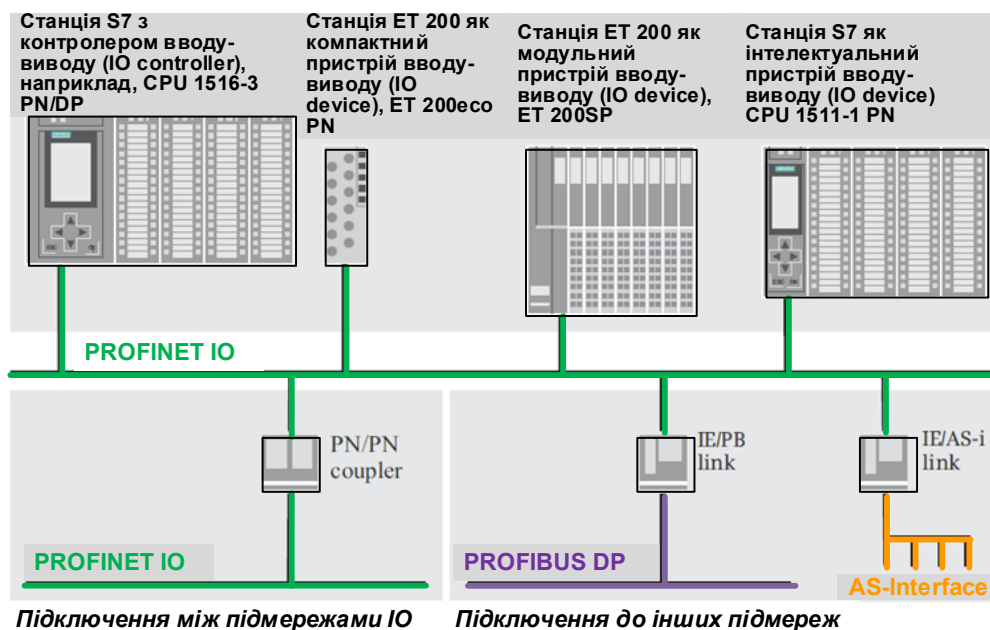


Рисунок 7.21 - Апаратні компоненти системи PROFINET IO


Industrial Ethernet може бути фізично спроектований як електрична, оптична або бездротова мережа. Для реалізації електричної кабельної системи доступні виті пари FastConnect (FC TP) з роз'ємами RJ45 або промислові виті пари (ITP) з роз'ємами sub-D.

Волоконно-оптичний (FO) кабель може складатися зі скловолокна, PCF або POF. Він забезпечує гальванічну ізоляцію, стійкий до електромагнітних впливів і підходить для великих відстаней.

Бездротова передача використовує частоти 2,4 ГГц та 5 ГГц зі швидкістю передачі даних до 54 Мбіт/с (залежно від національних дозволів).

#### IO controller

Контролер вводу-виводу (IO controller) є активним учасником



PROFINET. Він циклічно обмінюється даними зі «своїми» пристроями вводу-виводу. Кожен CPU 1500 має вбудований контролер вводу-виводу.

#### *IO devices*

Пристрої вводу/виводу (IO devices) – це пасивні станції на PROFINET IO. Це можуть бути станції з входами та виходами процесу, маршрутизатори або модулі зв'язку. Прикладами пристроїв вводу/виводу з розподіленої системи вводу/виводу ET 200 є ET 200MP та ET 200SP.

Точніше, модулі інтерфейсу PROFINET – це пристрої вводу/виводу, які взаємодіють з контролером вводу/виводу. Для спрощення вся станція надалі позначається як пристрій вводу/виводу.

Пристрої вводу/виводу з даними користувача розрізняються наступним чином;

- компактні пристрої вводу/виводу, які адресуються як один модуль;
- модульні пристрої вводу/виводу, які можуть містити кілька модулів або підмодулів, що адресуються окремо;
- інтелектуальні пристрої вводу/виводу з налаштованою областю передачі як інтерфейс даних користувача до контролера вводу/виводу.

Інтелектуальні пристрої вводу/виводу містять процесор з програмою користувача, яка керує підпорядкованими (власними) модулями. Інтерфейс даних користувача до контролера вводу/виводу – це область передачі, яку можна розділити на різні адресні області. Прикладами інтелектуальних пристроїв вводу-виводу є станції S7 з процесорами з інтегрованою функціональністю пристроїв вводу-виводу, а також розподілена станція вводу-виводу ET 200S з інтерфейсом процесора IM 151-8 PN/DP та розподілена станція вводу-виводу ET 200pro з інтерфейсом процесора IM 154-8 PN/DP.

Інтелектуальний пристрій вводу-виводу може одночасно бути контролером вводу-виводу для підпорядкованої системи вводу-виводу PROFINET..

#### *З'єднувальні модулі*

З'єднувачі шини та модулі з'єднують підмережі та дозволяють обмін даними між станціями, підключеними до різних підмереж. Для підмережі Ethernet доступні наступні компоненти.:

- з'єднувач PN/PN для з'єднання двох підмереж Ethernet;
- IE/PB Link PN IO для підключення підмережі Ethernet до підмережі PROFIBUS;
- IE/AS-i Link для підключення підмережі Ethernet до підмережі AS-Interface;

#### *Система вводу-виводу PROFINET (PROFINET IO system)*

Контролер вводу-виводу та всі керовані ним пристрої вводу-виводу утворюють систему PROFINET IO (див. рис. 7.22). Пристрій

вводу-виводу отримує дані від свого контролера вводу-виводу протягом часу оновлення, який розраховується редактором конфігурації через певні проміжки часу, і, в свою чергу, надсилає свої дані до контролера вводу-виводу.

Кілька систем PROFINET IO можуть працювати в підмережі PN/IE.

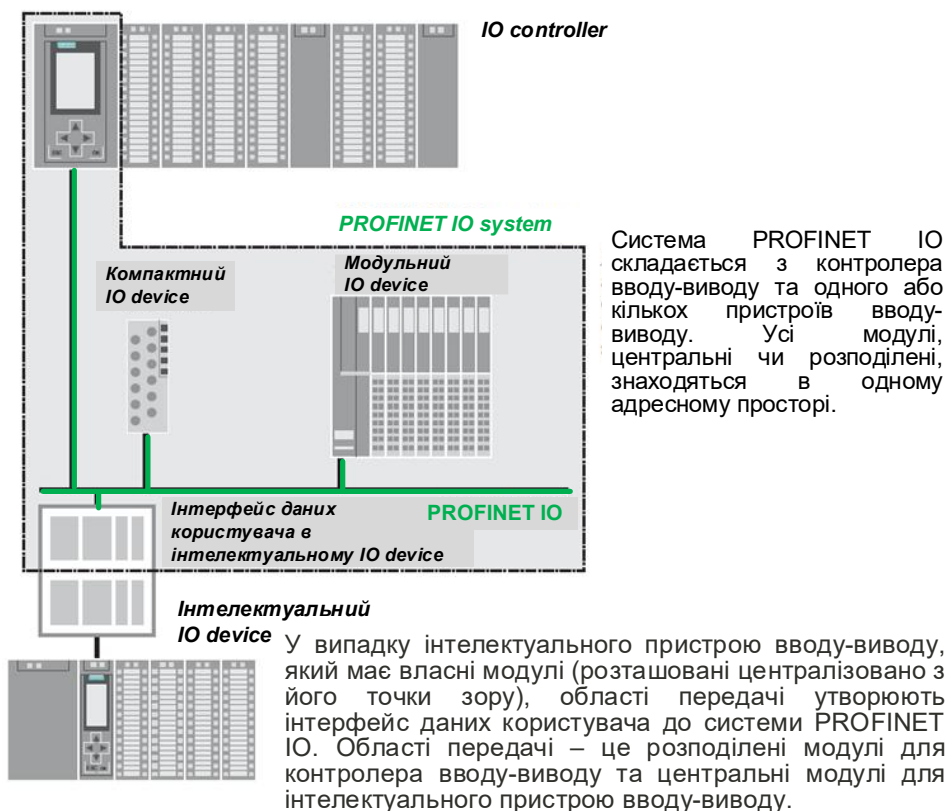


Рисунок 7.22 - Схематичне зображення системи PROFINET IO

## 7.4 Адреси з PROFINET IO

### Адреси станцій у підмережі Ethernet

Станції в підмережі Ethernet, які використовують протокол TCP/IP, адресуються через IP-адресу (*IP address*). Вона складається – у форматі адреси IPv4 – з чотирьох десяткових чисел, кожне з яких знаходиться в діапазоні від 0 до 255, і представлена чотирма байтами, розділеними крапками, наприклад, 192.168.1.3. Ця адреса складається з номера підмережі та фактичної адреси станції, яку можна отримати за допомогою маски підмережі з IP-адреси.

*Приклад:* Якщо маска підмережі має значення 255.255.255.0, адреса підмережі для вищезгаданої IP-адреси – 192.168.1, а адреса станції – 3. Кожній станції в PROFINET додатково призначається ім'я пристрою та номер пристрою.



### *Географічні адреси PROFINET IO*

Географічна адреса визначає слот модуля. У випадку пристрою вводу/виводу географічна адреса складається з ідентифікатора системи вводу/виводу PROFINET, номера пристрою, номера слота та, можливо, також номера підмодуля (submodule).

Ідентифікатор системи вводу/виводу PROFINET призначається редактором конфігурації. Він коливається від 100 до 115 і може бути змінений – не плутати з апаратним ідентифікатором системи вводу/виводу PROFINET у системних константах.

### *Ідентифікатор обладнання*

Редактор конфігурації призначає ідентифікатор (ID) кожному адресованому апаратному об'єкту, скорочено ідентифікатор обладнання або HW ID. Апаратний ідентифікатор використовується в користувацькій програмі для адресації, наприклад, модулів або інтерфейсів, якщо потрібно зчитувати діагностичну інформацію. Усі апаратні ідентифікатори станції автоматизації перелічені в таблиці тегів за замовчуванням на вкладці Системні константи. Ви також можете знайти апаратні ідентифікатори у властивостях апаратного об'єкта.

### *Логічні адреси з PROFINET IO*


Логічну адресу використовують для адресації даних користувача, іншими словами, станів сигналів цифрових каналів вводу/виводу або значень на аналогових каналах вводу/виводу. Кожен байт даних користувача однозначно визначається логічною адресою. Логічна адреса відповідає абсолютній адресі. Їй можна призначити символ (ім'я) для легшого читання (символічна адресація).

Дані користувача пристроїв вводу/виводу мають спільний діапазон логічних адрес з даними користувача центральних модулів у станції ПЛК з контролером вводу/виводу. Це означає, що адреси централізовано розташованих модулів не повинні перетинатися з адресами даних користувача компактних і модульних пристроїв вводу-виводу та адресами областей передачі I-пристроїв..

### *Послідовна передача даних користувача до та з пристроїв вводу/виводу (IO Device)*

Послідовність даних означає, що блок даних користувача обробляється разом.

З прямим доступом, наприклад, під час завантаження та передачі, можливо послідовно передавати область в один байт, одне слово або одне подвійне слово. З областю даних користувача розміром три байти або більше чотирьох байтів використовуються системні блоки DPRD\_DAT (читання) та DPWR\_DAT (запис) для узгодженої передачі даних.



## *Інтерфейс даних користувача з інтелектуальними пристроями вводу-виводу (IO devices)*

У компактних та модульних пристроях вводу/виводу (IO devices) адреси входів та виходів разом з адресами центральних модулів знаходяться в адресному просторі контролера вводу/виводу (IO controller). В інтелектуальних пристроях вводу/виводу (скорочено: І-пристрої) модулі вводу/виводу IO device призначаються як пристрої CPU. Таким чином, кожен інтелектуальний пристрій вводу/виводу має інтерфейс даних користувача як спільну область пам'яті з контролером вводу/виводу, розмір якої залежить від використовуваного процесора пристрою.

Інтерфейс даних користувача можна розділити на кілька областей різної довжини. Окремі області реагують як модулі, найменша адреса яких є початковою адресою модуля. З точки зору контролера вводу/виводу, інтелектуальний пристрій вводу/виводу виглядає як компактний або модульний пристрій вводу/виводу залежно від поділу.

Область передачі, яка представлена як вхідний модуль з точки зору контролера вводу/виводу, є вихідним модулем з точки зору пристрою вводу/виводу і навпаки. Логічні адреси на стороні контролера знаходяться в адресному просторі контролера вводу/виводу, а логічні адреси на стороні пристрою - в адресному просторі пристрою вводу/виводу. Адреси на стороні контролера можуть відрізнитися від адрес на стороні пристрою.

### **7.5 Налаштування PROFINET IO**

#### *Загальна процедура*

Передумовою для конфігурації розподіленого вводу/виводу з PROFINET IO є створений проект зі станцією ПЛК (див. рис. 7.23). Щоб вибрати задіяні станції, запустіть конфігурацію обладнання в *Network view*.

- Відправною точкою конфігурації є контролер вводу-виводу (*IO controller*), інтегрований у CPU 1500. *IO controller* - режим попередньо встановлено.

- Призначте систему PROFINET IO інтерфейсу PN контролера вводу/виводу. Потрібна підмережа Ethernet створюється автоматично в процесі.

- Виберіть пристрій вводу/виводу з каталогу обладнання та перетягніть його мишею в робоче вікно.

- Підключіть пристрій вводу/виводу (the IO device) до системи PROFINET IO, перетягнувши інтерфейс PN пристрою вводу/виводу мишею до інтерфейсу PN контролера вводу/виводу.

- Повторіть останні два кроки для кожного наступного пристрою вводу/виводу.

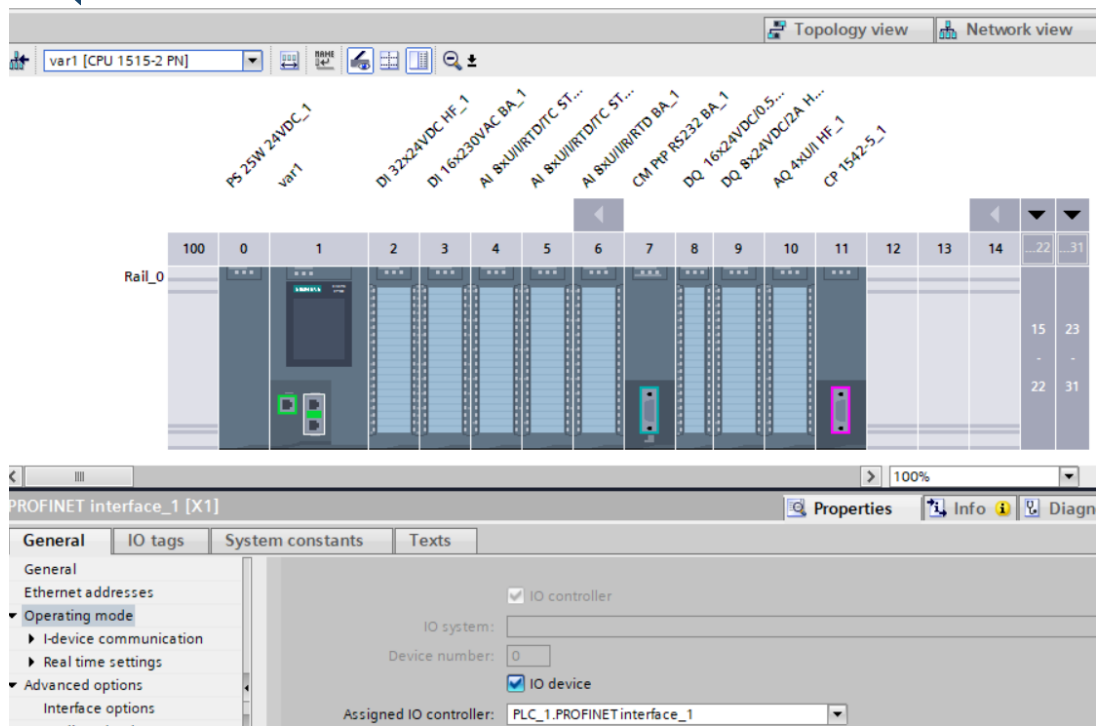


Рисунок 7.23 – Приклад конфігурування станції CPU 1500

- Щоб параметризувати інтерфейс PN, виберіть його в робочому вікні та встановіть потрібні властивості у вікні інспектора.
- Щоб налаштувати інтелектуальний пристрій вводу/виводу, перетягніть його як станцію ПЛК у робоче вікно, встановіть режим *IO device* у властивостях інтерфейсу PN, призначте контролер вводу/виводу та налаштуйте області передачі інтерфейсу даних користувача.

Результатом є мережеве з'єднання контролера вводу/виводу (IO controller) з призначеними пристроями вводу/виводу (IO devices) до системи PROFINET IO. (див. рис. 7.24).

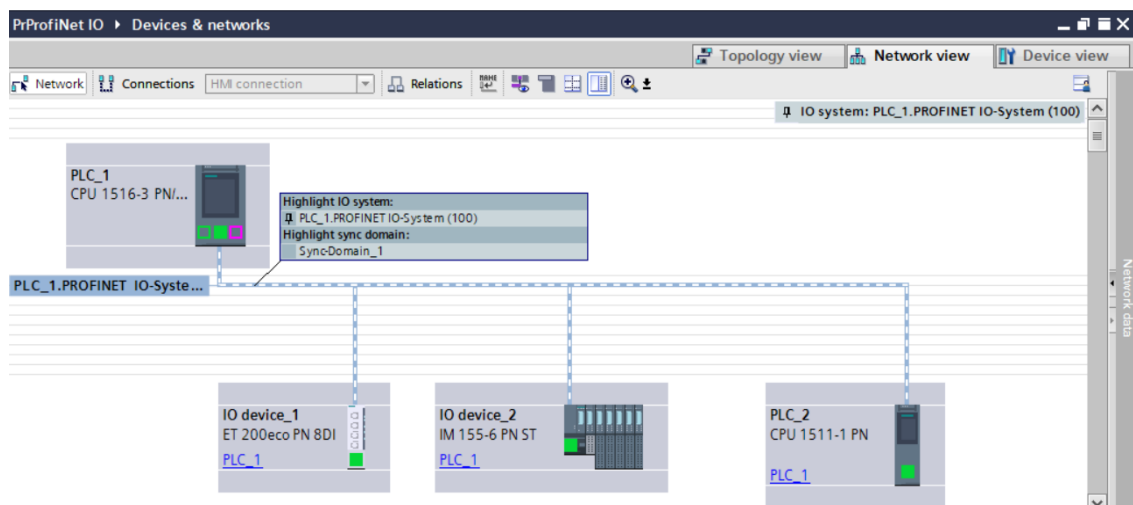


Рисунок 7.24 - Приклад представлення системи PROFINET IO

Потім налаштовуються параметри станцій та підключаєте модулі вводу/виводу в *Device view*.

### Конфігурування IO controller в Network view

Передумова: Створено проект та станція ПЛК, наприклад, CPU 1500 з інтерфейсом PN. Запустіть конфігурацію пристрою та виберіть вкладку «*Network view*» у робочому вікні.

Виберіть інтерфейс PN, показаний зеленим кольором на графічному зображенні CPU, а потім групу адрес *Ethernet addresses* на вкладці [*Properties* - «Властивості»] у вікні інспектора. Активуйте опцію [*Set IP address in the project* - «Встановити IP-адресу в проекті»] та за потреби змініть попередньо встановлену IP-адресу та маску підмережі (див. рис. 7.25).

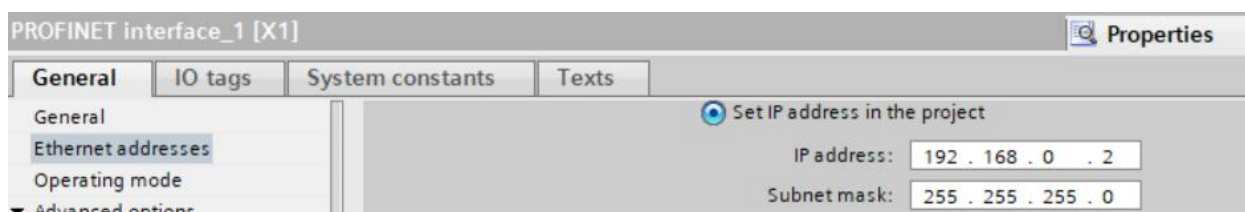


Рисунок 7.25 – Встановлення *Ethernet addresses*

Активуйте опцію [*Set IP address using a different method* - «Встановити IP-адресу іншим методом»], якщо потрібно, наприклад, встановити IP-адресу для кожної користувацької програми (див. рис. 7.26). Примітка. якщо активовано функцію «Встановити IP-адресу іншим методом», IP-адреса не береться з проекту. Потрібно ввести IP-адресу безпосередньо на панелі керування пристрою HMI.

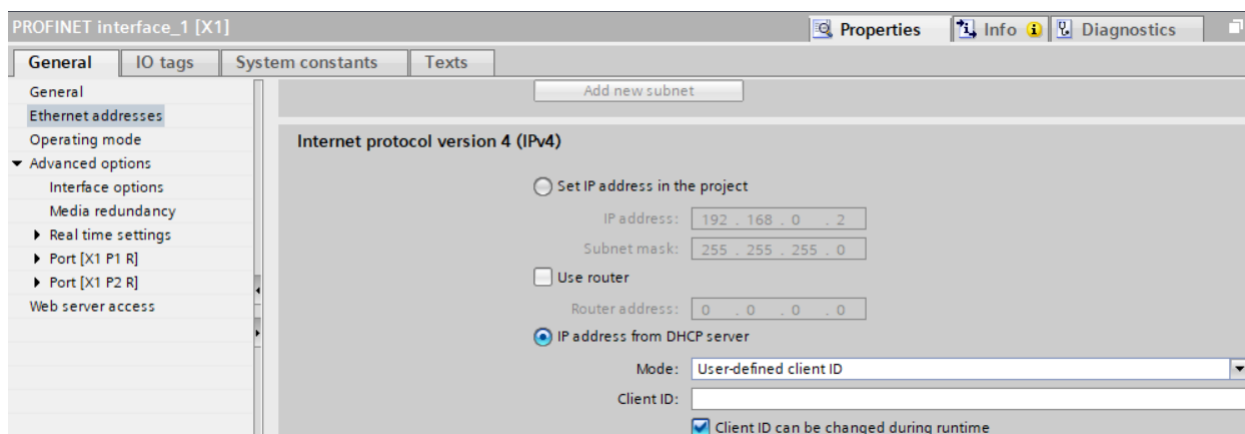


Рисунок 7.26 – Приклад [*Set IP address using a different method* - «Встановити IP-адресу іншим методом»]

Встановлення режиму: Виберіть групу [*Operating mode* - «Режим роботи»] у властивостях інтерфейсу та активуйте прапорець [*IO*

*controller* - «Контролер вводу-виводу», якщо він ще не попередньо встановлений (див. рис. 7.27).

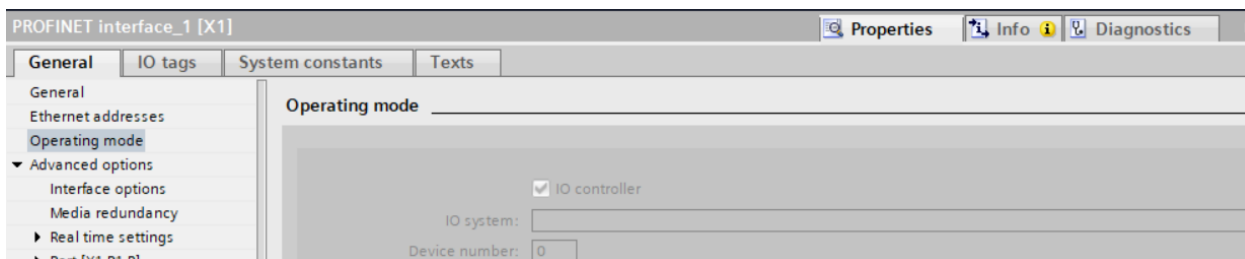


Рисунок 7.27 – Приклад встановлення режиму [IO controller - «Контролер вводу-виводу»]

Підключіть інтерфейс PN до підмережі PROFINET. Можливо зробити це у властивостях інтерфейсу PN: Виберіть існуючу підмережу в розділі [Ethernet addresses - «Адреси Ethernet»] у розкритому списку [Subnet - «Підмережа»] або створіть нову підмережу за допомогою кнопки [Add new subnet - «Додати нову підмережу»]. Також можливо клацнути правою кнопкою миші на інтерфейсі PN та вибрати команду [Add subnet - «Додати підмережу»] в контекстному меню. Зелена підмережа відображається з назвою PN/IE\_x. Можливо змінити назву у властивостях підмережі (див. рис. 7.28).

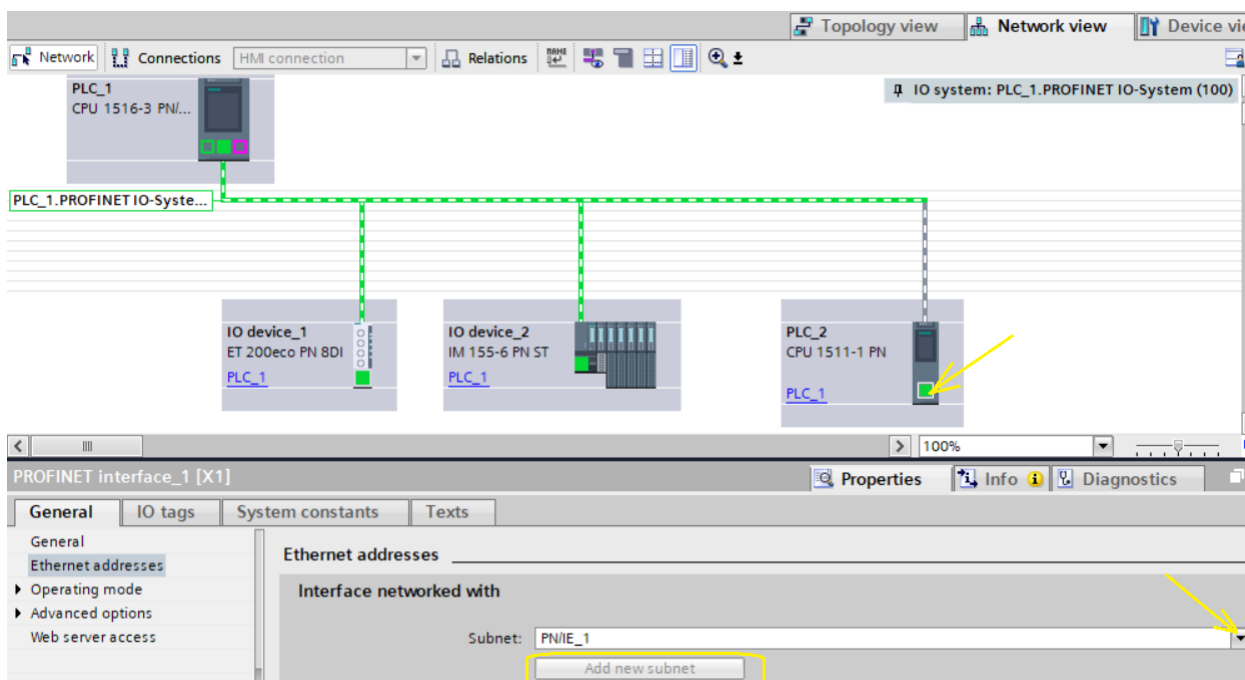


Рисунок 7.28 – Приклад підключення інтерфейс PN до підмережі PROFINET

Налаштуйте систему PROFINET IO. Для цього клацніть правою кнопкою миші на інтерфейсі PN та виберіть команду [Add IO system -

«Додати систему вводу-виводу»] з контекстного меню. Відображається зелено-біла позначка з назвою <Station name>.PROFINET IO system (xxx). xxx x – це номер системи вводу-виводу. Ви можете змінити назву та номер у властивостях системи вводу-виводу PROFINET (див. рис. 7.29).

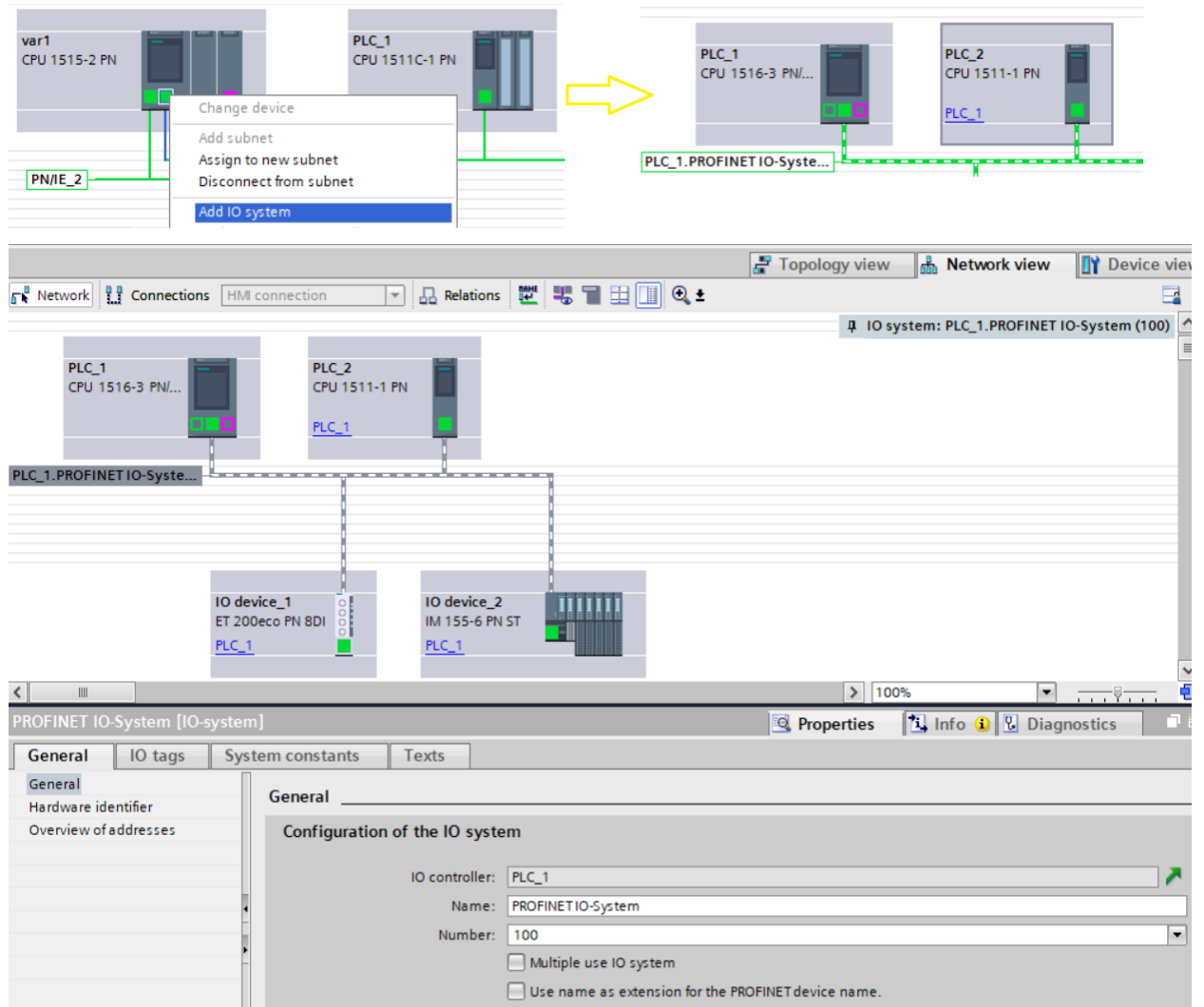


Рисунок 7.29 - Приклад налаштування системи PROFINET IO

### Додавання IO device до IO system

З натиснутою лівою кнопкою миші перетягніть потрібний пристрій вводу/виводу з каталогу обладнання до системи вводу/виводу в робочій області. На рис. 7.30 показано дві станції розподіленого вводу/виводу: станцію ET200eco з дерева об'єктів *Distributed I/O* > *ET 200eco PN* > *PROFINET* > *DI/DO* > *8DI/8DO x 24VDC* > ...та станцію ET 200SP з дерева об'єктів *Distributed I/O* > *ET 200SP* > *Interface modules* > *PROFINET* > *IM 155-6 PN ST* > ...

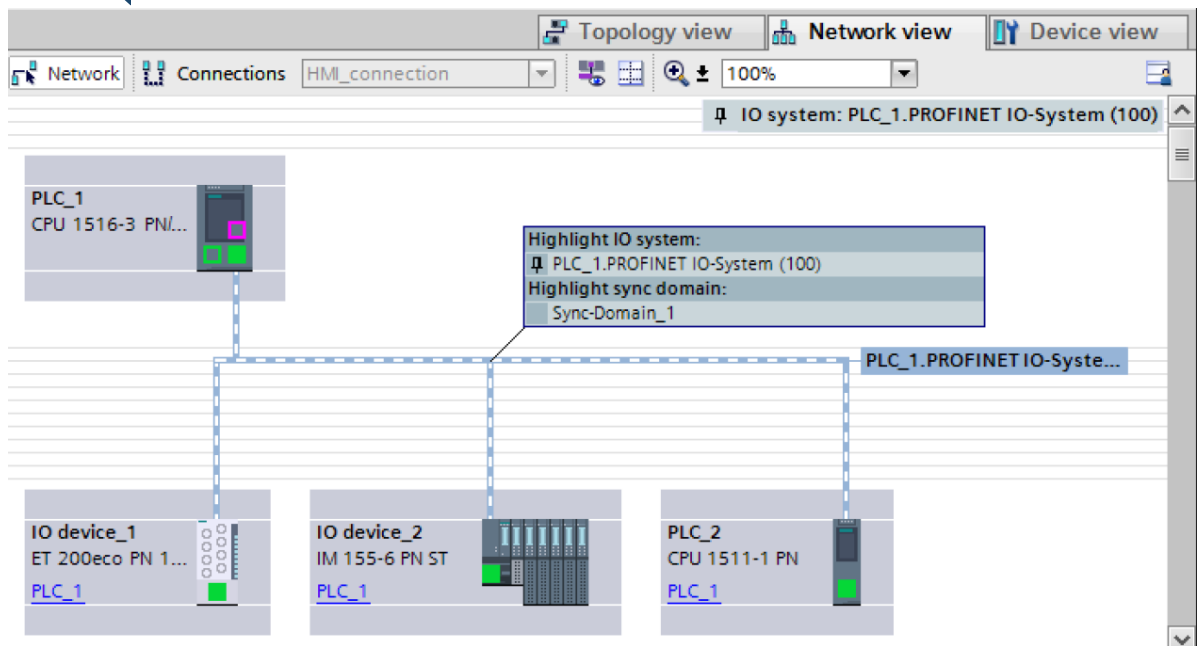


Рисунок 7.30 - Приклад представлення системи PROFINET IO

Інтерфейси IO devices з'єднані на графічному зображенні зеленобілою позначкою і, таким чином, є частиною системи PROFINET IO.

Автоматично призначена назва станції застосовується як назва пристрою PROFINET. Можливо змінити назву у властивостях станції, а також номер пристрою та IP-адресу.

#### Конфігурування IO device

Вибравши пристрій вводу/виводу (IO device), можливо налаштувати його властивості у вікні інспектора в режимі *Device view*. Додайте потрібні модулі або підмодулі з каталогу обладнання на модульний пристрій вводу/виводу, а потім встановлюєте їхні параметри.

Адреси Ethernet встановлюються у властивостях інтерфейсу PROFINET. У групі [*Advanced options* - «Додаткові параметри»] можна додатково налаштувати – залежно від застосування – наприклад, пріоритетний запуск, заміну пристрою без знімного носія або участь у резервуванні носія.

#### Підключення інтелектуального IO device до PROFINET IO system

Спочатку створюється інтелектуальний пристрій вводу/виводу ([["I-device" - «I-пристрій»]) як окрему станцію ПЛК, а потім підключається PN-інтерфейс I-пристрою до системи PROFINET IO. I-пристрої можна знайти в каталозі обладнання в папці [*Controllers* - «Контролери»].

Наприклад, якщо створити станцію S7-1500 як I-пристрій, натисніть і утримуйте ліву кнопку миші та перетягніть процесор з

дерева об'єктів *Controllers > SIMATIC S7-1500 > CPU > CPU 1511-1 PN* > до робочої області (див. рис. 7.31).

Підключення з існуючою підмережею здійснюється, шляхом перетягування PN-інтерфейс I-пристрою до PN-інтерфейсу іншого пристрою в підмережі з натиснутою лівою кнопкою миші, наприклад, до PN-інтерфейсу контролера вводу/виводу (IO controller).

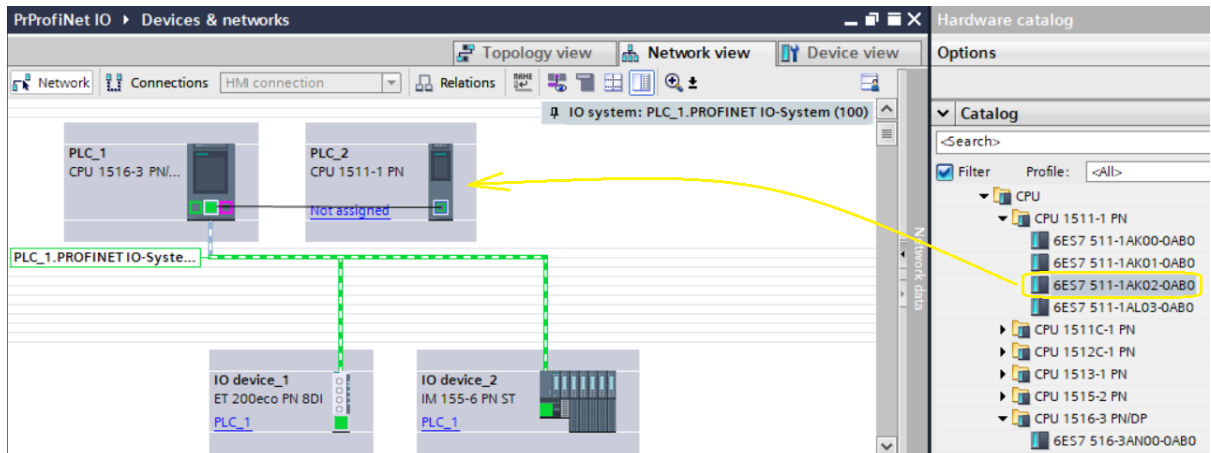


Рисунок 7.31 - Приклад підключення інтелектуального IO device до PROFINET IO system

У властивостях PN-інтерфейсу I-пристрою активуйте прапорець [IO device - «Пристрій вводу/виводу»] під записом [Operating mode - «Режим роботи»] та виберіть призначений IO controller зі спадного списку. Після цього станція додається як пристрій вводу/виводу до системи PROFINET IO (див. рис. 7.32).

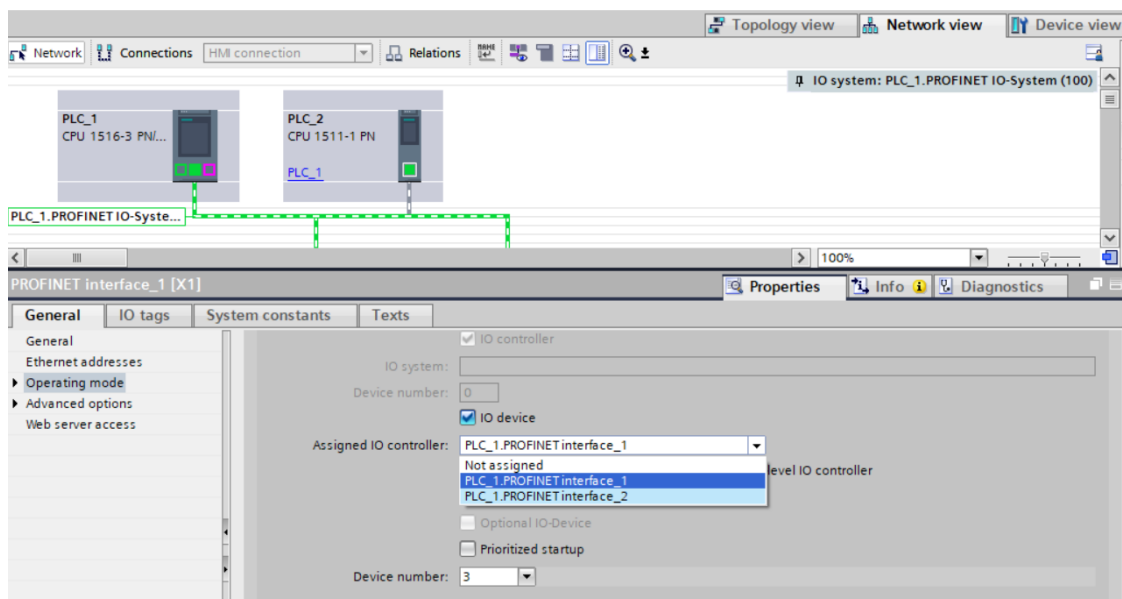


Рисунок 7.32 – Приклад додавання станції, як пристрою вводу/виводу до системи PROFINET IO

### Конфігурація інтерфейсу даних користувача

Для налаштування інтерфейсу даних користувача до IO controller у властивостях модуля I-пристрою виберіть станцію CPU або ET, а потім у вікні інспектора на вкладці *Properties* у групі інтерфейсів PROFINET виберіть [*Operating mode* > *I-device communication* - "Режим роботи" > "Група зв'язку I-пристрою"].

Двічі клацніть на [*Add new* - "Додати нове"] у таблиці [*Transfer areas* - "Області передачі"] для створення нової області передачі. Можливо змінити назву у стовпці "Область передачі". У стовпці [*Data direction* - "Напрямок даних"] натисніть на стрілку (↔), щоб встановити тип області передачі (стрілка праворуч → означає область вводу, стрілка ліворуч ← означає область виводу з точки зору I-пристрою).

Приклад конфігурації інтерфейсу даних користувача приведено на рис. 7.33.

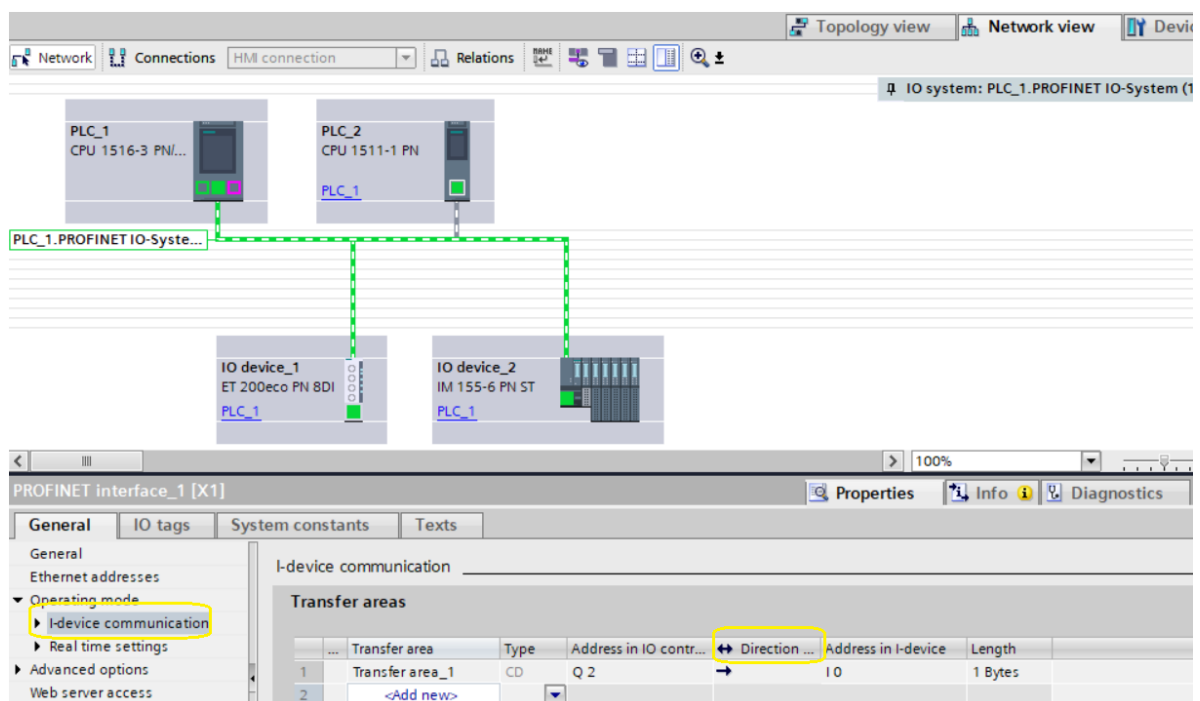


Рисунок 7.33 – Приклад конфігурації інтерфейсу даних користувача

Тепер встановіть початкову адресу у стовпці [*Address in I-device* - "Адреса в I-пристрої"] та довжину області передачі у стовпці [*Length* "Довжина"]. У стовпці [*Address in IO controller* - "Адреса в контролері вводу/виводу"] встановіть початкову адресу, яку має область передачі з точки зору контролера вводу/виводу (IO controller).

Таким чином, можливо налаштувати додаткові області передачі. Налаштовані області передачі відображаються в групі властивостей зв'язку I-пристрою (*I-device communication*). Якщо ви клацнете область перенесення тут, ви отримаєте її детальну інформацію (див. рис. 7.34). На цьому екрані можливо вибрати зв'язок з образом процесу:

[Automatic update – “Автоматичне оновлення”], якщо оновлення образу процесу має відбуватися під час виконання основної програми, або PIPn для розділу образу процесу.

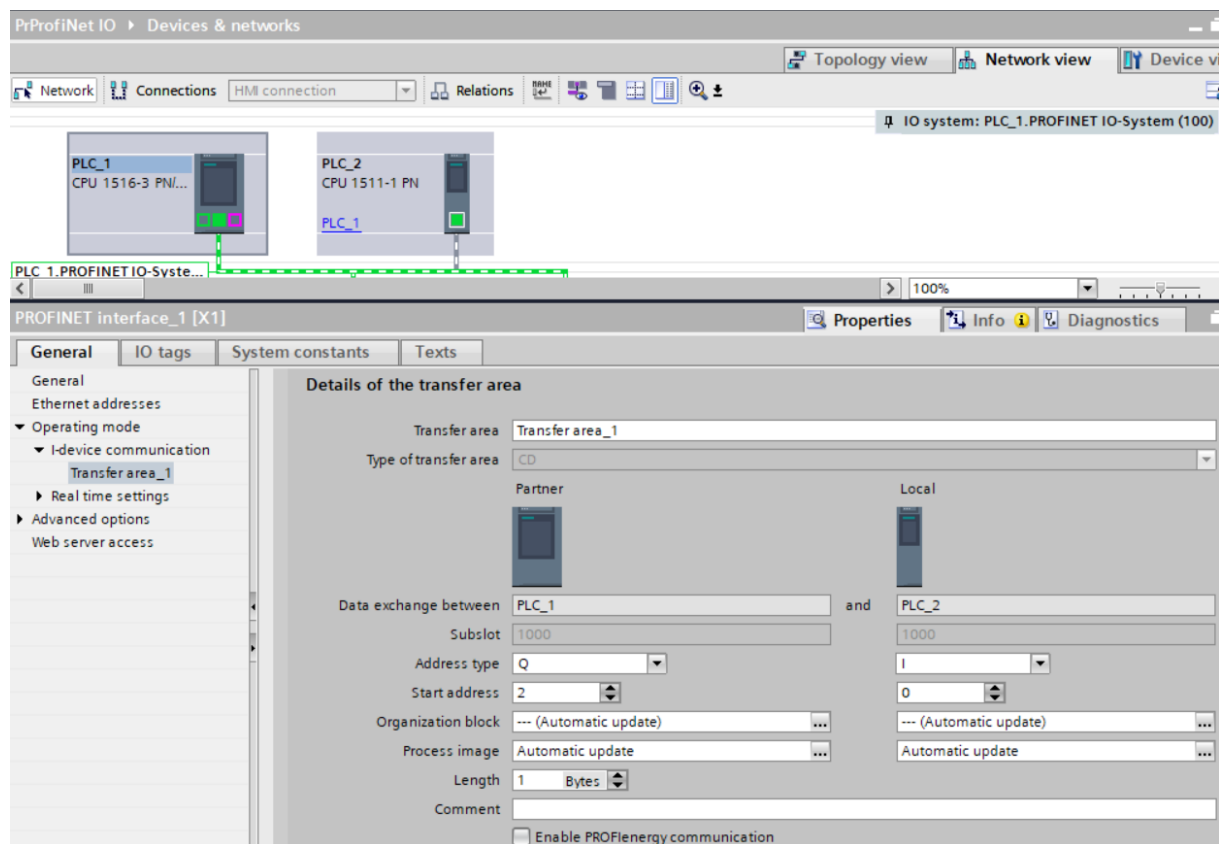


Рисунок 7.34 – Приклад конфігурації області передачі

## 7.4 З'єднувальні модулі для PROFINET IO

### PN/PN-з'єднувач: підключення двох підмереж Ethernet

З'єднувач PN/PN об'єднує дві підмережі Ethernet для обміну даними між контролерами вводу/виводу двох підмереж. Між підмережами існує гальванічна розв'язка.

Дві сторони з'єднувача PN/PN представляють собою пристрій вводу/виводу під час конфігурації. Одна сторона (один пристрій вводу/виводу) підключена до однієї з систем PROFINE IO, інша сторона – до іншої системи.

З'єднувач PN/PN можна знайти в каталозі апаратного забезпечення в розділі *Other field devices > PROFINET IO > Gateway > Siemens AG > PN/PN couplers > PN/PN coupler Vx.0 > ....*

Модуль є двох стороннім з'єднувачем PN/PN (X1 для лівого боку та X2 для правого боку модуля).

Щоб підключити з'єднувач PN/PN, перетягніть символ одного боку з'єднувача PN/PN, утримуючи ліву кнопку миші, до системи

PROFINET IO. Можливо встановити властивості з'єднувача PN/PN, наприклад, IP-адресу, назву пристрою та номер пристрою, у вікні інспектора з вибраним модулем. Ви налаштуєте другу сторону (X2) з'єднувача PN/PN на іншій системі PROFINET IO таким самим чином (див. рис. 7.35).

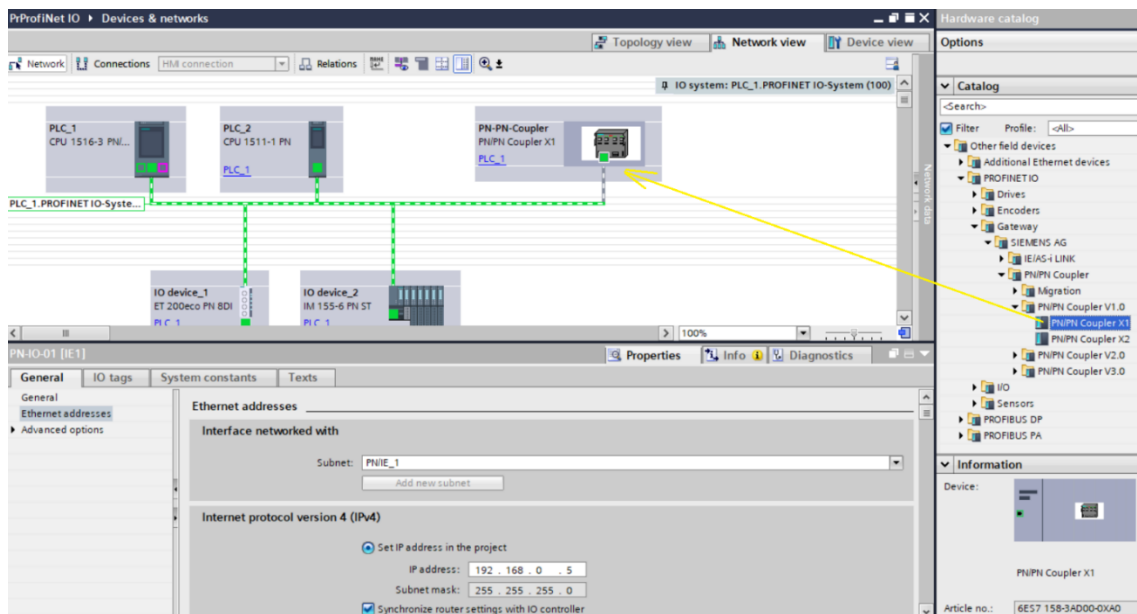


Рисунок 7.35 – Приклад підключення двох підмереж Ethernet PN/PN-з'єднувача

### *IE/PB Link PN IO: Підключення PROFINET IO до PROFIBUS DP*

Підключення IE/PB PN IO з'єднує підмережі Industrial Ethernet та PROFIBUS. У стандартному режимі з'єднання дозволяє міжмережову комунікацію PG/OP та комунікацію через з'єднання S7, параметризацію польових пристроїв через маршрутизацію записів даних та перехід мережі до системи DP-Master з постійним часом циклу шини.

Під час роботи як проксі-сервер PROFINET IO, IE/PB Link PN IO виконує роль проксі-сервера для DP-Slave пристроїв на PROFIBUS. Контролер вводу/виводу (IO controller) на PROFINET може потім звертатися до DP-Slave пристроїв на PROFIBUS-подібних пристроях вводу/виводу (IO devices) у своїй системі PROFINET IO.

IE/PB Link PN IO – це модуль конструкції S7-300. IE/PB Link підключається до промислового Ethernet за допомогою 8-полюсного роз'єму RJ45, а до PROFIBUS – за допомогою 9-полюсного роз'єму SUB-D.

IE/PB Link PN IO налаштовано як пристрій вводу/виводу, до якого підключена система DP master. Посилання можна знайти в каталозі обладнання в розділі *Network components > Gateways > IE/PB Link > ....* Щоб додати його до системи PROFINET IO, перетягніть його з натиснутою лівою кнопкою миші до системи PROFINET IO у робочому вікні.

Можливо встановити режим роботи – стандартний режим або проксі-сервер PROFINET IO – у властивостях каналу IE/PB у розділі [Network gateway - «Мережевий шлюз»], а також налаштувати адреси Ethernet та параметри реального часу в групі інтерфейсів PROFINET.

Можливо встановити номер пристрою PROFINET та призначення номера станції PROFIBUS у властивостях каналу IE/PB. Таблиця, показана в розділі [PROFINET device number - «Номер пристрою PROFINET»], містить номер станції PROFIBUS у стовпці [PB address - «Адреса PB»] та номер пристрою, призначений редактором конфігурації, у стовпці [PROFINET device number - «Номер пристрою PROFINET»]. Щоб змінити номер пристрою, клацніть у клітинці з номером пристрою та виберіть невикористаний номер пристрою зі спадного списку. Якщо ви активуєте прапорець у стовпці [Device number = PB address - «Номер пристрою = Адреса PB»], адреса PB та номер пристрою встановлюються однаково (див. рис. 7.36).

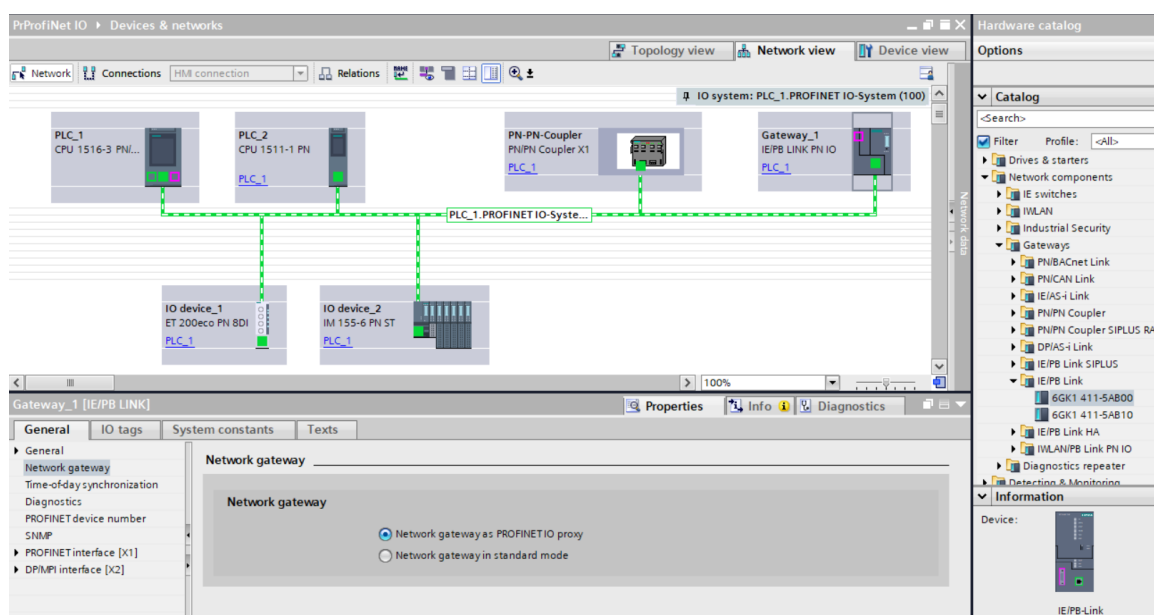



Рисунок 7.36 – Приклад підключення PROFINET IO до PROFIBUS DP з використанням IE/PB Link PN IO

IE/PB Link PN IO є пристроєм DP-Master підпорядкованої PROFIBUS DP-Master системи.

#### *IE/AS-i Link PN IO: підключення PROFINET IO до AS-інтерфейсу*

IE/AS-i Link PN IO з'єднує PROFINET IO з AS-Interface як пристрій вводу/виводу (IO device). На AS-Interface це одинарний або подвійний головний пристрій AS-i відповідно до специфікації AS-i V3.0. Даний пристрій знаходиться за посилання в каталозі обладнання в розділі *Other field devices > PROFINET IO > Gateway > Siemens AG > IE/AS-i Link PN IO > ....* Щоб додати його до системи PROFINET IO,



перетягніть його, утримуючи ліву кнопку миші, до системи PROFINET IO у робочому вікні.

Підключення до контролера вводу/виводу (IO controller) здійснюється через інтерфейс даних користувача з 62-байтовими цифровими входами та 62-байтовими цифровими виходами. Програматор можна підключити через вбудований порт Ethernet для введення в експлуатацію, тестування та діагностики через веб-інтерфейс зі стандартним браузером. Посилання дозволяє завантажувати конфігурацію AS-і на програматор.

### **7.5 Зв'язок у режимі реального часу (Real-time) в PROFINE**

PROFINET пропонує кілька типів передачі даних:

- Дані, що не є критичними до часу, такі як конфігураційна та діагностична інформація, передаються ациклічно за стандартом зв'язку TCP/IP.

- Дані користувача (вхідна/вихідна інформація) обмінюються циклічно між контролером вводу/виводу (IO controller) та пристроєм вводу/виводу (IO device) - у реальному часі (RT) протягом визначеного періоду часу – часу оновлення.

- Критичні до часу дані користувача, наприклад, для програм керування рухом, передаються ізохронно з апаратною підтримкою (ізохронний у реальному часі - IRT). Станції, що беруть участь у зв'язку IRT (синхронізовані станції), групуються разом у домен синхронізації.

У підмережі Ethernet резервується постійний канал зв'язку для зв'язку IRT. Зв'язок RT – циклічний обмін даними між контролером вводу-виводу та пристроями вводу-виводу – і зв'язок TCP/IP не в режимі реального часу відбувається паралельно з часом оновлення. Таким чином, усі три типи зв'язку можуть існувати паралельно в одній підмережі..

#### ***Тактовий сигнал відправлення (Send clock)***

Циклічний обмін даними здійснюється протягом певного періоду часу, тактового сигналу відправлення. Редактор конфігурації обчислює тактовий сигнал відправлення на основі інформації про конфігурацію системи PROFINET IO. Тактовий сигнал відправлення – це найкоротший можливий час оновлення.

Можливо налаштувати тактовий сигнал відправлення для несинхронізованого (unsynchronized) контролера вводу-виводу у властивостях його інтерфейсу. Вибравши інтерфейс PN, виберіть значення на вкладці властивостей у розділі *Advanced options > Real-time settings > IO communication* зі спадного списку *Send clock*. Якщо контролер вводу-виводу є головним синхронізатором у домені синхронізації, встановіть тактовий сигнал відправлення за допомогою кнопки [*Domain settings* - «Налаштування домену»] у властивостях

домену синхронізації (див. рис. 7.37).

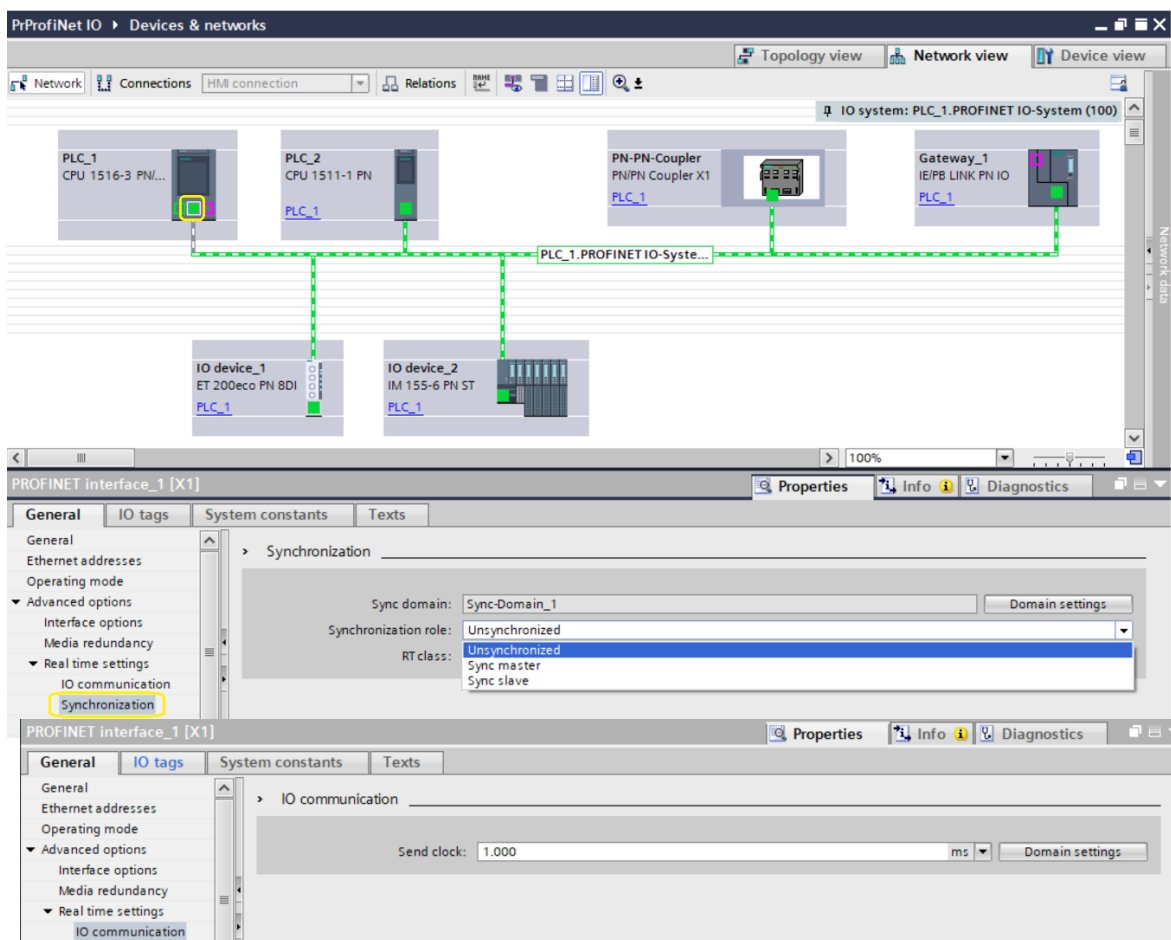


Рисунок 7.37 – Приклад налаштування тактового сигналу відправлення

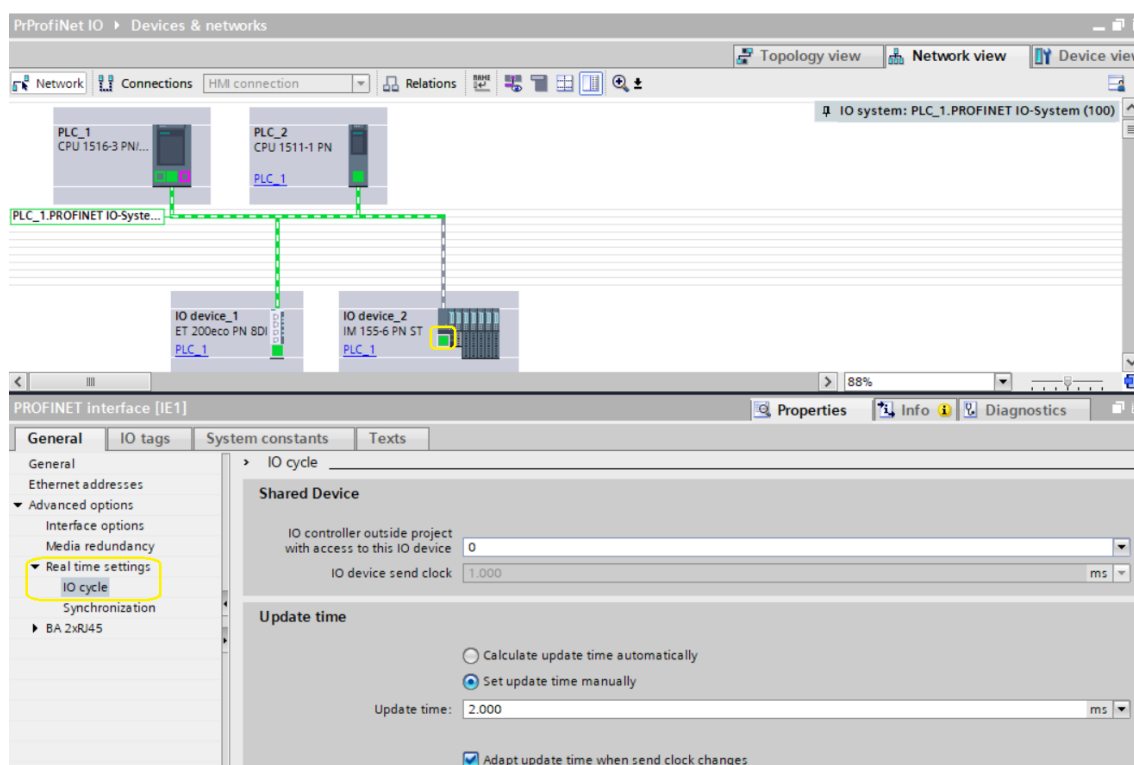
*Час оновлення та сторожовий таймер для пристроїв вводу-виводу (IO devices)*

Час оновлення – це період, протягом якого кожен IO device в системі вводу/виводу обмінюється своїми даними користувача з IO controller. Час оновлення відповідає тактовому сигналу відправлення або його кратному числу. Можливо збільшити час оновлення вручну, наприклад, щоб зменшити навантаження на шину. За певних обставин можна зменшити час оновлення для окремих пристроїв вводу/виводу (IO device), якщо буде збільшено час оновлення для інших пристроїв вводу/виводу (IO device), обмін даними користувача яких може здійснюватися не критично за часом.

Якщо IO device не отримує вхідні або вихідні дані від IO controller в межах сторожового таймера, він переходить у безпечний стан. Сторожовий таймер розраховується як добуток часу оновлення та [“Accepted updating cycles without IO data” - «Прийнятих циклів оновлення без даних вводу/виводу»].

Якщо IO device призначено несинхронізованому IO controller,

налаштуйте час у властивостях інтерфейсу IO device. Для цього виберіть IO device, а потім інтерфейс *PROFINET interface* > *Advanced options* > *Real-time settings* > *IO cycle* групу на вкладці властивостей. У розділі [*Update time* – «Час оновлення»] виберіть опцію [*Can be set* – «Можна встановити»], а потім час оновлення зі спадного списку. Щоб досягти автоматичної адаптації до тактового сигналу відправлення, активуйте прапорець *Adapt update time when send clock changes*. Обрається сторожовий таймер у спадному списку [*Accepted update cycles without IO data* - «Прийняті цикли оновлення без даних вводу/виводу»]. Якщо IO device призначено домену синхронізації, час оновлення відповідає тактовому сигналу відправлення у властивостях домену синхронізації (див. рис. 7.38).




**Рисунок 7.38 – Приклад налаштування часу оновлення та сторожового таймеру для пристроїв вводу-виводу**

### **Режим реального часу (Real-time)**

Реальний час (RT) означає, що система обробляє зовнішні події протягом визначеного часу. У RT-комунікації передача відбувається у певний час (час відправлення) протягом визначеного інтервалу (час оновлення). PROFINET IO дозволяє використовувати стандартні мережеві компоненти для RT-комунікації.

Якщо не всі дані, що підлягають обміну, передаються протягом запланованого періоду часу, наприклад, через додавання нових мережевих компонентів, деякі дані розподіляються на інші тактові



сигнали відправлення. Це може призвести до збільшення часу оновлення для окремих пристроїв вводу-виводу (IO devices).

### *Ізохронний реальний час (Isochronous real-time)*

Ізохронний реальний час (IRT) – це апаратно підтримуваний зв'язок у реальному часі, розроблений, наприклад, для програм керування рухом. Кадри повідомлень IRT детерміновано передаються запланованими шляхами зв'язку у визначеному порядку. Тому для зв'язку IRT потрібні мережеві компоненти, які підтримують цю заплановану передачу даних.

Щоб мати змогу налаштувати зв'язок IRT, налаштуйте домен синхронізації (див. наступний розділ) та визначте головний пристрій синхронізації (sync master), який візьме на себе синхронізований розподіл кадрів повідомлень IRT до ведених пристроїв синхронізації (sync slaves). IRT вимагає конфігурації топології (див. розділ «Редактор топології») і, отже, визначеної структури, яка враховує властивості передачі кабелів та використовуваних комутаторів.

### *Домен SYNC (SYNC domain)*

Домен синхронізації – це група станцій PROFINET IO, які обмінюються синхронізованими даними одна з одною. Станція, яка може бути контролером вводу/виводу (IO controller) або пристроєм вводу/виводу IO device, виконує роль головного пристрою синхронізації (sync master). Інші станції є підлеглими пристроями синхронізації (sync slaves).

Домен синхронізації може містити кілька систем вводу/виводу (I/O systems), де повна система вводу/виводу завжди призначається одному домену синхронізації. Кілька доменів синхронізації можуть існувати в підмережі Ethernet.

Домен за замовчуванням автоматично створюється з іменем *Sync-Domain\_1* під час налаштування системи вводу/виводу. Усі налаштовані системи вводу/виводу, контролери вводу/виводу та пристрої вводу/виводу спочатку розташовані в цьому домені синхронізації, але вони несинхронізовані. На наступному етапі можливо використовувати домен за замовчуванням для зв'язку IRT або створити новий домен синхронізації.

### *Конфігурація нового SYNC domain*

Передумова: Підмережа Ethernet -налаштована з однією або кількома системами PROFINET IO. Станції, що беруть участь у зв'язку IRT, також повинні підтримувати цю функцію.

Щоб створити новий домен синхронізації, виберіть підмережу Ethernet у вікні перегляду мережі та виберіть [*Properties* - «Властивості»] з контекстного меню. У вікні інспектора на вкладці [*General* - «Загальні»] відкрийте групу керування доменом [*Domain*

*management*]. Таблиця [*Sync domains* - «Домени синхронізації»] містить уже налаштовані домени синхронізації. Новий домен синхронізації налаштовується, коли перезаписуєте запис <*New sync domain*> назвою нового домену синхронізації.

Можливо встановити тактовий сигнал посилення у властивостях домену синхронізації ( див. рис. 7.39). Щоб додати станцію, виберіть запис [*Device* - «Пристрій»] у домені синхронізації. Таблиця [*IO system* - «Система вводу-виводу»] відображає налаштовані системи вводу-виводу та станції ПЛК. Якщо обрано систему вводу-виводу, таблиця [*IO devices* - «Пристрої вводу-виводу»] відображає налаштовані пристрої. У стовпці [*Synchronization role* - «Роль синхронізації»] встановіть головний пристрій синхронізації (*sync master*). Для пристроїв вводу-виводу, які потрібно синхронізувати, встановіть запис «*IRT*» у стовпці [*RT class* - «Клас RT»].

The screenshot displays the PrProfiNet IO configuration interface. At the top, the 'Devices & networks' view shows a network topology with two PLCs (PLC\_1 and PLC\_2) and two IO devices (IO device\_1 and IO device\_2) connected to a 'Sync-Domain\_1'. Below this, the 'Sync-Domain\_1 [Object]' properties are shown, including the 'IO system' table and the 'IO devices' table.

IO system	Sync master
PLC_1.PROFINET IO-System (100)	PLC_1
PLC_2.PROFINET interface_1	

PROFINET device name	RT class	Synchronization role	Redundancy level	DFP group
plc_1.profinet interface_1	RT...	Sync master		
io device_1	IRT	Sync slave	No redundancy	
io device_2	IRT	Sync slave	No redundancy	
plc_2.profinet interface_1	RT	Unsynchronized		

The 'Details' view shows bandwidth use settings. A dropdown menu for 'Bandwidth use' is set to 'Maximum 50% cyclic IO data. Balanced proportion.' Below this, a graph shows the 'Maximum bandwidth for cyclic IO data' over time, with a scale from 0 to 1000.000 µs. A table below the graph shows the calculated bandwidths:

Calculated IRT bandwidth:	0.000	µs	0.000	%
+				
Calculated RT bandwidth:	14.080	µs	1.408	%
=				
Calculated bandwidth for cyclic IO data:	14.080	µs	1.408	%

Рисунок 7.39 – Конфігурація SYNC domain

## Редактор топології (Topology editor)

Редактор топології дозволяє налаштовувати підключення пристроїв у підмережі Industrial Ethernet. У режимі перегляду мережі (Network view) налаштовуються логічні з'єднання між пристроями PROFINET; за допомогою редактора топології конфігуруються фізичні з'єднання з властивостями довжини та типу кабелю для визначення часу виконання сигналу. Використання редактора топології є обов'язковою умовою для використання зв'язку IRT.

Фізичні з'єднання між пристроями в підмережі Ethernet - це з'єднання "точка-точка". З'єднання на інтерфейсі PN називаються *портами*. Кабель Ethernet з'єднує порт пристрою з портом на пристрої-партнері. Щоб кілька вузлів могли взаємодіяти один з одним, вони підключаються до комутатора, який має кілька з'єднань (портів) і розподіляє сигнали. Якщо інтерфейс PN має два порти, з'єднані вбудованим комутатором, можна реалізувати лінійну топологію без зовнішніх комутаторів.

Можливо заздалегідь налаштувати з'єднання двох портів у вікні пристрою (device view). На графічному зображенні виберіть інтерфейс PN та у властивостях виберіть *Advanced options > Port [X...] > Port interconnection*. У полі [*Partner port* – «Порт-партнер»] виберіть потрібне з'єднання у спливаючому списку (див. рис. 7.40)

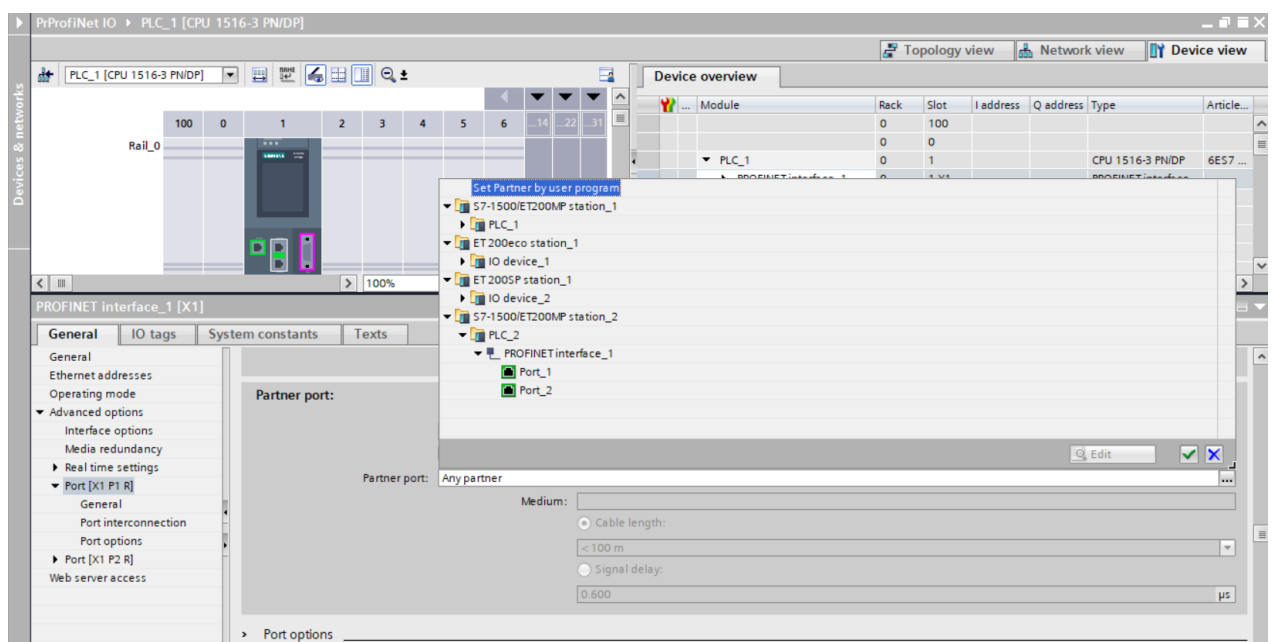


Рисунок 7.40 – Приклад налаштування з'єднання двох портів у вікні пристрою (device view)

В даному полі можливо налаштувати властивості кабелю, які стосуються визначення тактової частоти посилання. Встановити властивості з'єднання та межі (обмеження) у розділі [*Port options* - «Параметри порту»]:

- *Завершення визначення доступних станцій (End of the detection of accessible stations)*

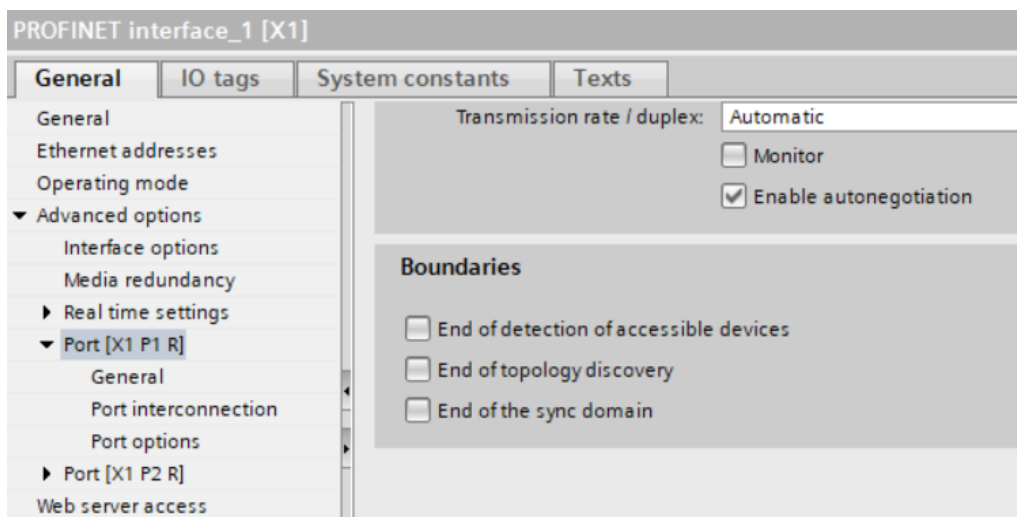
Станції, розташовані за цим портом, більше не відображаються в STEP 7 у розділі [Accessible devices - «Доступні пристрої»].

- *Завершення відкриття топології (End of the topology discovery)*

Виявлення топології завершується на цьому порту.

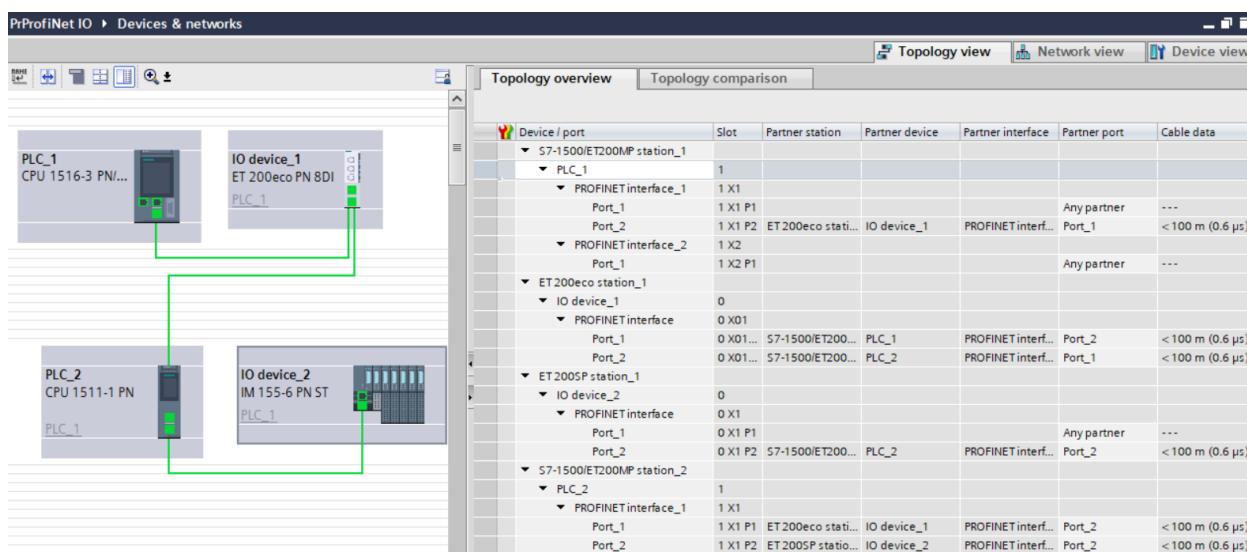
- *Кінець домену синхронізації (End of the sync domain)*

На цьому порту закінчується домен синхронізації.



*Рисунок 7.41 – Вікно налаштування властивості з'єднання та межі (обмеження)*

На вкладці [Topology view - «Топологія»] конфігурації обладнання можна графічно налаштувати взаємозв'язок портів (за допомогою графіків або таблиць) (див. рис. 7.42).



*Рисунок 7.42 – Графічне та табличне зображення топології PROFINET*

Порти налаштованих станцій відображаються в робочій області. Щоб з'єднати два порти, натисніть і утримуйте ліву кнопку миші та перетягніть один порт на інший. Можливо видалити з'єднання, виділивши лінію та натиснувши клавішу [Del]. Таблиця *Topology overview* показує з'єднання портів у табличній формі. Порівняння налаштованого з'єднання з фактичним з'єднанням в онлайн-режимі здійснюється за допомогою кнопки [*Compare offline/online* - «Порівняти офлайн/онлайн»] на вкладці [*Topology comparison* – «Порівняння топології»] (див. рис. 7.43).

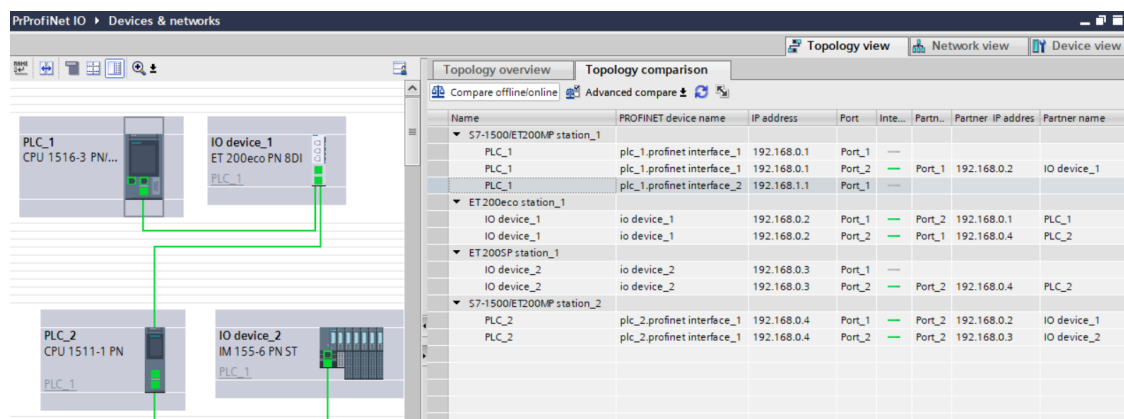


Рисунок 7.43 – Приклад [*Topology comparison* – «Порівняння топології»]

Якщо обрати порт на графічному зображенні або в таблиці, вікно інспектора покаже з'єднання та налаштовані параметри цього порту на вкладці [*Properties* - «Властивості»].

## 7.6 Спеціальні конфігурації PROFINET

У властивостях інтерфейсу PROFINET можна активувати функції PROFINET, описані нижче, під час налаштування контролера вводу-виводу (IO controller) або пристрою вводу-виводу (IO device) - залежно від конфігурації пристрою.

### *Заміна пристрою без знімного носія або пристрою програмування*

Під час заміни пристрою вводу-виводу (IO devices) новому пристрою вводу-виводу (IO devices) необхідно призначити ім'я, щоб (знову) зробити його відомим контролеру вводу-виводу (IO controller). Це можна зробити – залежно від пристрою вводу/виводу – за допомогою знімного носія (наприклад, карти пам'яті) або програматора.

За певних умов новий пристрій вводу/виводу може бути ідентифікований за допомогою зв'язків сусідства між іншими

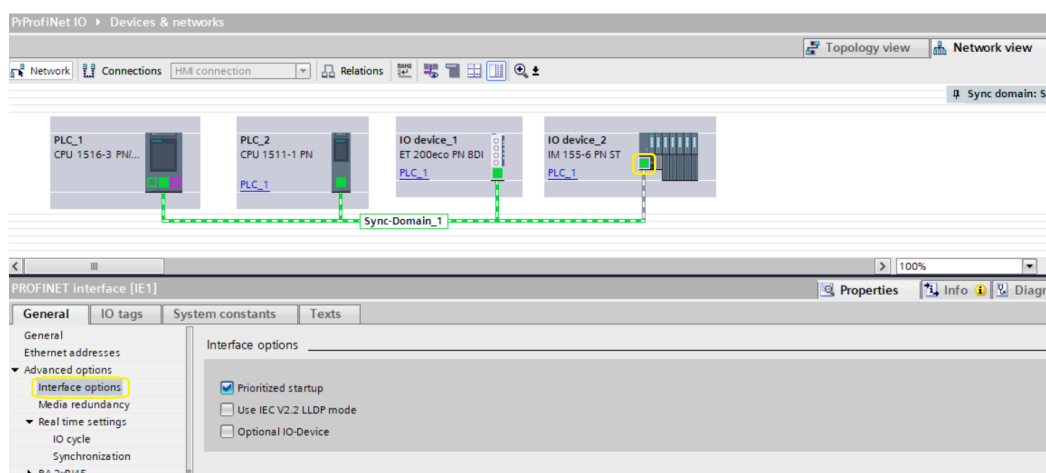
пристроями вводу/виводу та контролером вводу/виводу, а контролер вводу/виводу може призначити йому нове ім'я. Однією з вимог є налаштування портового з'єднання та активація прапорця [*Support device replacement without exchangeable medium* - «Підтримувати заміну пристрою без змінного носія»] під час налаштування властивостей інтерфейсу в розділі *Advanced options > Interface options*. Як пристрої для заміни слід використовувати лише нові пристрої вводу/виводу або пристрої вводу/виводу, налаштування яких було скинуто до заводських.

### *Пріоритетний запуск, системи стикування*

Завдяки пріоритетному запуску, запуск пристроїв вводу/виводу (IO device) в системі PROFINET IO з RT та IRT зв'язком здійснюється швидше. Необхідно дотримуватися спеціальних умов кабельного підключення. Максимально можлива кількість пристроїв вводу/виводу (IO device), що керуються за допомогою пріоритетного запуску, залежить від використовуваного контролера вводу/виводу (IO controller).

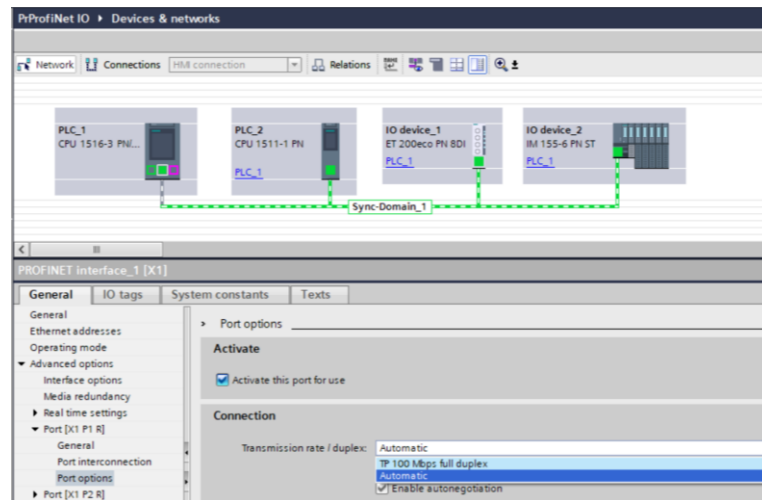
Пріоритетний запуск мінімізує час до початку циклічного обміну даними користувача після відновлення живлення, після повернення станції або після активації пристрою вводу/виводу. Одним із можливих застосувань є заміна деталей машин або інструментів, якими керують пристрої вводу/виводу (IO device).

Конфігурування пріоритетного запуску у властивостях інтерфейсу PROFINET пристрою вводу/виводу (IO device) здійснюється за допомогою прапорця [*Prioritized startup* - «Пріоритетний запуск»] у розділі *Advanced options > Interface options* (див. рис. 7.44) або – для інтелектуального пристрою вводу/виводу – у розділі [*Operating mode* - «Режим роботи»] (з увімкненим режимом пристрою вводу/виводу та призначеним контролером вводу/виводу).



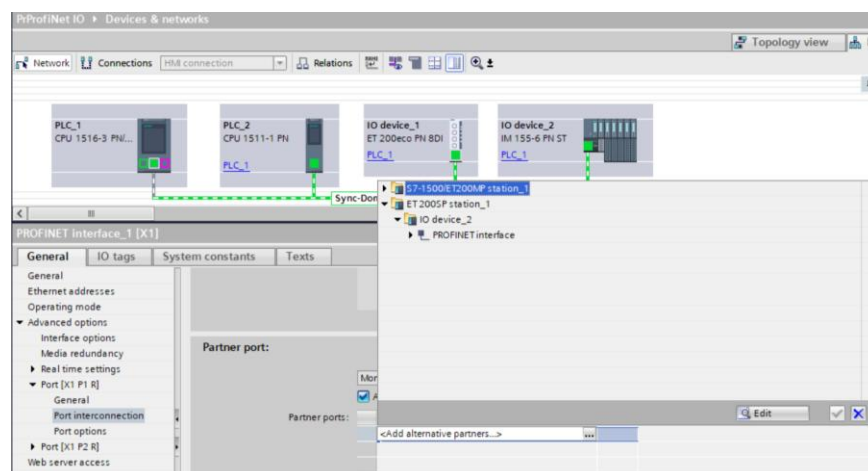
*Рисунок 7.44 – Конфігурування пріоритетного запуску у властивостях інтерфейсу PROFINET пристрою вводу/*

У властивостях порту встановлюється швидкість передачі даних у розділі [*Port options* - «Параметри порту»] на *TP 100 Mbps full duplex* та деактивується прапорець [*Enable autonegotiation* - «Увімкнути автоматичне узгодження»] (див. рис. 7.45).



**Рисунок 7.45 – Конфігурування пріоритетного запуску у властивостях інтерфейсу PROFINET інтелектуального пристрою вводу/виводу**

Для системи підключення в розділі [*Port interconnection* - «З'єднання портів»] активується прапорець [*Alternative partner* - «Альтернативний партнер»] у властивостях (непідключеного) порту, який працює зі змінними партнерами під час виконання. У таблиці нижче двічі клацніть на [*<Add alternative partner>* - «Додати альтернативного партнера»], щоб вибрати потрібні порти-партнери. Альтернативні з'єднання відображаються пунктирними лініями в технологічному вікні (див. рис. 7.46).



**Рисунок 7.46 – Приклад налаштування альтернативного з'єднання Резервування середовища**

Резервування середовища використовується для підвищення доступності мережі за допомогою спеціальної топології. Кінці лінійної топології з'єднуються в кільцеву топологію на станції через два з'єднання інтерфейсу PN. Ця станція є менеджером резервування, а з'єднання - це кільцеві порти. Якщо станція в кільцевій мережі виходить з ладу, може бути доступний альтернативний шлях зв'язку.

До 50 станцій можуть брати участь в одному кільці за допомогою протоколу резервування середовища (MRP), що використовується з SIMATIC S7. Станції групуються в домен MRP. Усі порти-партнери повинні мати однакові налаштування. Зв'язок IRT та пріоритетний запуск не можуть використовуватися, якщо налаштовано резервування середовища.

Щоб налаштувати резервування середовища, з'єднайте всі станції в кільце у вигляді топології. Редактор мережі автоматично створює домен MRP за замовчуванням з іменем *mrpdomain\_1*, в якому ще немає станцій. Щоб налаштувати менеджера MRP, виберіть потрібну станцію та виберіть правило резервування середовища [*Manager* - "Менеджер"] або [*Manager (Auto)* - "Менеджер (Авто)"] у властивостях інтерфейсу PROFINET у розділі " *Expanded options* > *Media redundancy* зі спадного списку. Для інших станцій у резервуванні середовища виберіть [*Client* - «Клієнт»].

Огляд станцій-учасників можливо, якщо виділите систему PROFINET IO у вікні перегляду мережі та виберете групу [*Domain management* > *MRP domains* - «Керування доменом» > «Домени MRP»] у її властивостях. Відобразяться доступні домени MRP. У списку в розділі <*MRP domain name*> > *Device* відображаються всі налаштовані пристрої вибраної системи вводу-виводу (IO system).

Приклад конфігурування резервування середовища приведено на рисунку 7.47

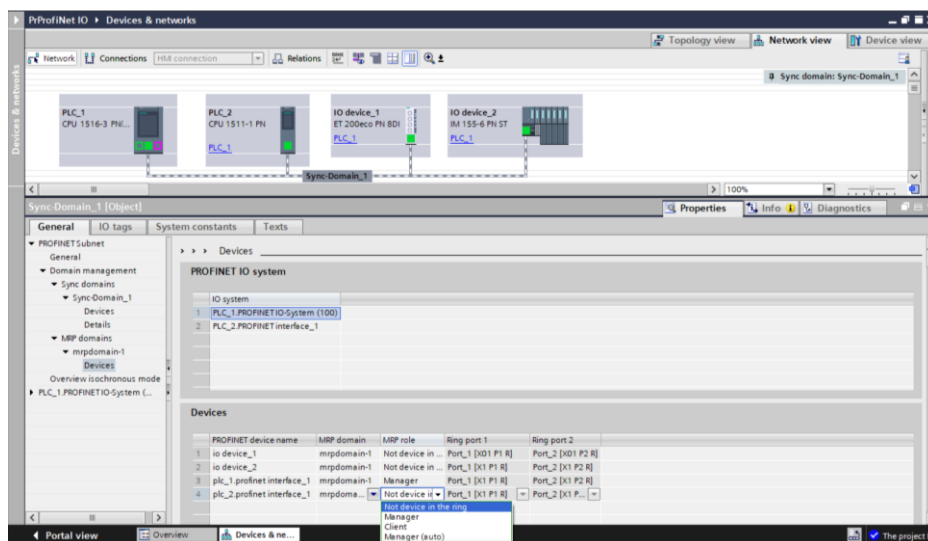


Рисунок 7.47 - Приклад конфігурування резервування середовища



## 7.7 Методика виконання індивідуального завдання до практичної роботи 7

Варіанти індивідуальних завдань представлені у таблицях 7.11 та 7.12.

Під час виконання завдання необхідно зробити таке.

1. Створити майстер-систему з одним провідним пристроєм.
2. Налаштувати провідний пристрій, забезпечивши його, в першу чергу, засобами підтримки розподіленої периферії – центральним процесорним модулем із вбудованим інтерфейсом DP або комунікаційним процесором з автономним виконанням комунікаційних завдань.
3. Налаштувати ведені пристрої, зосередивши основну увагу на сумісності інтерфейсних, сигнальних та функціональних модулів, включених у комплектацію цього пристрою.

Результати звіту мають містити:

- 7) завдання;
- 8) графічне представлення мережі в *HW Config, Topology view* та *Network view*;
- 9) файли конфігурації кожного вузла мережі.

При захисті роботи необхідно продемонструвати консистентність налаштованих вузлів

Таблиця 7.11 - Варіанти індивідуальних завдань для роботи 7

№ вар	Controller IO			Інтелектуальні Device IO					
	CPU	SM		CPU	SM		CPU	SM	
		521	522		1221	1222		521	522
1	1513	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	1215C	30x24VDC	20x24VDC	1511	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC
2	1513	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC	1213C	40x24VDC	35x24VDC	1511C	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC
3	1512	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC	1214C	50x24VDC	45x24VDC	1511	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC
4	1512	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC	1215C	60x24VDC	15x24VDC	1511C	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC
5	1514	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC	1212C	70x24VDC	20x24VDC	1511	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC
6	1514	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC	1215C	30x24VDC	20x24VDC	1511C	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC
7	1514	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC	1213C	40x24VDC	35x24VDC	1511	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC
8	1516	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC	1214C	50x24VDC	45x24VDC	1511C	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC
9	1516	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	1215C	60x24VDC	15x24VDC	1511	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC
10	1516	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC	1212C	70x24VDC	20x24VDC	1511C	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC
11	1513	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC	1215C	30x24VDC	30x24VDC	1511	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC
12	1513	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC	1213C	40x24VDC	35x24VDC	1511C	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC



13	1512	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC	1214C	50x24VDC	45x24VDC	1511	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC
14	1512	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC	1215C	60x24VDC	15x24VDC	1511C	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC
15	1514	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC	1212C	70x24VDC	20x24VDC	1511	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC
16	1514	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC	1215C	30x24VDC	30x24VDC	1511C	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC
17	1514	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	1213C	40x24VDC	35x24VDC	1511	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC
18	1516	30xAC120V 40x24VDC	15x24VDC	1214C	50x24VDC	45x24VDC	1511C	30xAC120V 40x24VDC	15x24VDC
19	1516	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC	1215C	60x24VDC	15x24VDC	1511	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC
20	1516	24xAC120V 30x24VDC	25x24VDC	1212C	70x24VDC	20x24VDC	1511C	24xAC120V 30x24VDC	25x24VDC
21	1513	10xAC120V 40x24VDC	45x24VDC	1215C	24x24VDC	15x24VDC	1511	10xAC120V 40x24VDC	45x24VDC
22	1514	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC	1213C	36x24VDC	32x24VDC	1511C	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC

Таблиця 7.12 – Вихідні дані для конфігурування станцій ET200

№ вар	ET 200MP		ET 200SP			
	SM		Кіл. сигналів		Кіл. приводів	
	521	522	Вводу	Виводу	Реверсивних	Нереверсивних
1	16x24VDC	20x24VDC	6DIx24V	4DOx24V	2	1
2	30x24VDC	35x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	1	2
3	30x24VDC	25x24VDC	6DIx24V	4DO реле	2	2
4	24xAC120V	15x24VDC	4DIx24V	4DOx24V	2	0
5	35x24VDC	20x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	0	2
6	30x24VDC	45x24VDC	6DIx24V	2DO реле	2	1
7	10xAC120V	15x24VDC	2DIx24V	4DOx24V	1	2
8	30x24VDC	20x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	2	2
9	30x24VDC	30x24VDC	6DIx24V	2DO реле	2	0
10	15xAC120V	35x24VDC	2DIx24V	4DOx24V	2	1
11	30x24VDC	45x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	1	2
12	24xAC120V	15x24VDC	6DIx24V	2DO реле	2	2
13	30x24VDC	20x24VDC	2DIx24V	4DOx24V	2	0
14	30x24VDC	30x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	2	1
15	20xAC120V	35x24VDC	6DIx24V	2DO реле	1	2
16	30x24VDC	45x24VDC	2DIx24V	4DOx24V	2	2
17	30x24VDC	15x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	2	0
18	30x24VDC	20x24VDC	6DIx24V	2DO реле	0	2
19	30x24VDC	30x24VDC	2DIx24V	4DOx24V	2	1
20	35xAC120V	35x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	1	2
21	30x24VDC	15x24VDC	6DIx24V	2DO реле	2	2
22	30x24VDC	20x24VDC	8DIx24V	4DOx24V	2	0

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 8 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ PROFIBUS DP MASTER/SLAVE НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ SIMATIC S7-1500

*Мета роботи:* засвоїти методику розробки та конфігурування розподіленої периферії та інтелектуальних відомих пристроїв системи PROFIBUS DP на базі технології Simatic S7-1500.

### 8.1 Компоненти PROFIBUS DP

PROFIBUS DP це інтерфейс згідно з міжнародним стандартом IEC 61158/61784 для передачі даних процесу між «інтерфейсним модулем» у центральному програмованому контролері та польовими пристроями. Цей «інтерфейсний модуль» називається DP-Master, а польові пристрої – DP-Slave (див. рис. 8.1).

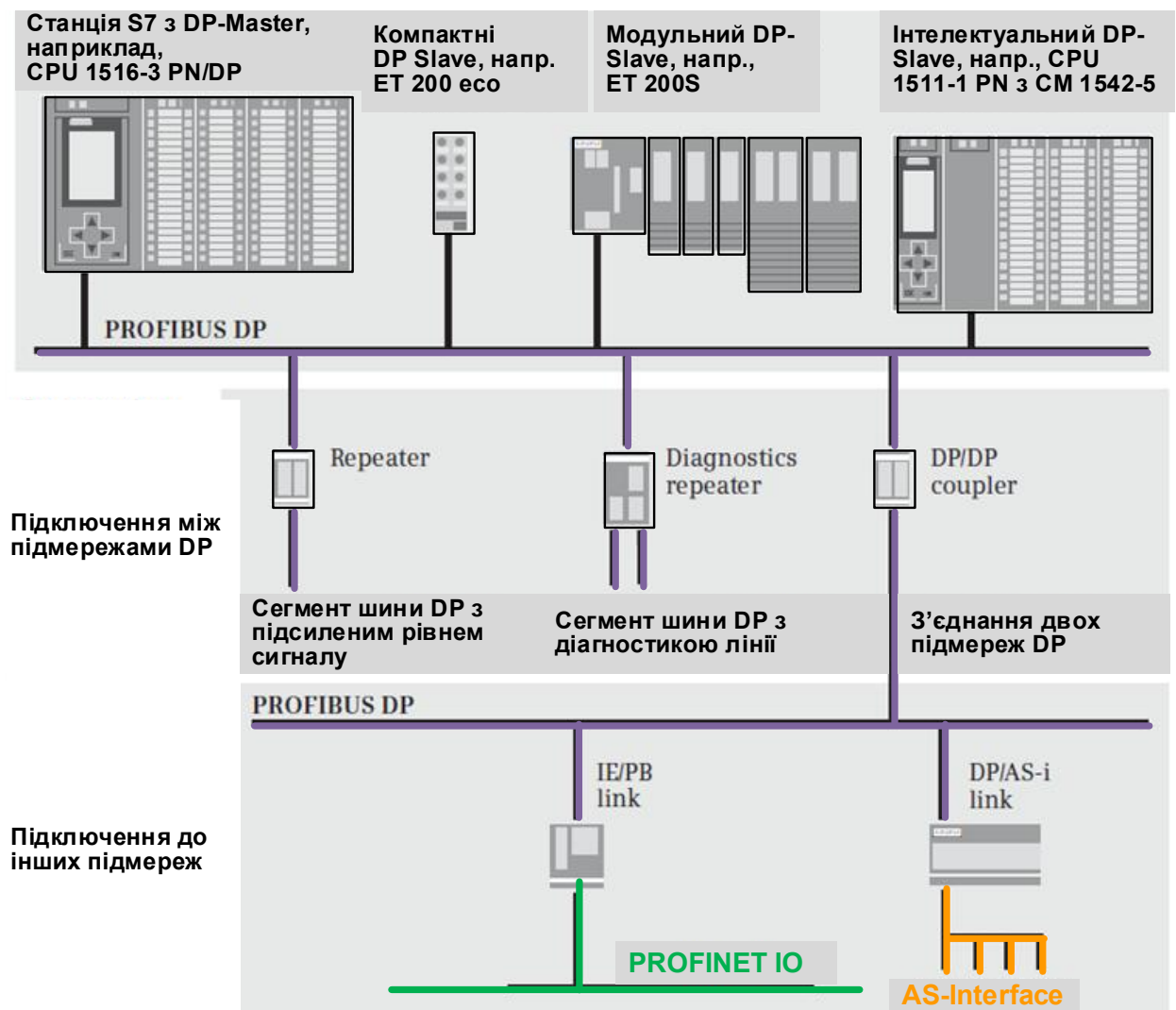



Рисунок 8.1 – Компоненти апаратного забезпечення с PROFIBUS DP



Мережа PROFIBUS може бути фізично спроектована як електрична мережа, оптична мережа або бездротове з'єднання з різною швидкістю передачі даних. Довжина сегмента залежить від швидкості передачі та регулюється кроково для електричної або оптичної мережі від 9,6 Кбіт/с до 12 Мбіт/с. Електрична мережа може бути налаштована як шинна або деревоподібна структура. Вона використовує екранований, скручений двожильний кабель (інтерфейс RS485).

Оптична мережа використовує пластикові, PCF або скляні волоконно-оптичні кабелі. Вона підходить для великих відстаней, забезпечує гальванічну ізоляцію та є стійкою до електромагнітних впливів. Використовуючи модулі оптичного зв'язку (OLM), можна побудувати лінійну, кільцеву або зірчасту топологію. OLM також забезпечує з'єднання між електричними та оптичними мережами зі змішаною конструкцією. Оптимізованим з точки зору вартості варіантом є конструкція як лінійна топологія з інтегрованим інтерфейсом та оптичним шинним терміналом (OBT).

Використовуючи інфрачервоний модуль зв'язку PROFIBUS (ILM), можна забезпечити бездротове з'єднання для одного або кількох PROFIBUS Slave пристроїв або сегментів зі пристроями PROFIBUS Slave. Максимальна швидкість передачі даних 1,5 Мбіт/с та максимальна дальність дії 15 м означають, що можливий зв'язок з рухомими компонентами системи..

### *DP master*

DP-master – це активна станція на PROFIBUS. Він циклічно обмінюється даними зі «своїми» DP-Slave пристроями. DP-майстер може бути:


- CPU з інтегрованим інтерфейсом PROFIBUS (з літерами «DP» у скороченому позначенні, наприклад, CPU 1516-3 PN/DP)
- Комунікаційним модулем у станції ПЛК (наприклад, SM 1542-5)
- IE/PB Link PN IO.

### *DP slaves*

Slave DP-пристрої – це пасивні станції на PROFIBUS DP. Це можуть бути станції з технологічними входами та виходами, повторювачі, з'єднувачі або модулі зв'язку. Прикладами DP Slave пристроїв із розподіленої системи вводу/виводу ET200 є ET 200eso, ET 200M ET 200S та ET 200pro.

DP Slave пристрої з користувацькими даними розрізняються наступним чином:

- компактні DP Slave пристрої, які адресуються як один модуль;
- модульні DP Slave пристрої, які можуть містити кілька модулів або підмодулів, що адресуються окремо;
- інтелектуальні DP Slave пристрої з налаштованою областю



передачі як інтерфейсом користувацьких даних до DP Master-пристрою.

Інтелектуальні DP Slave пристрої містять користувацьку програму, яка керує підлеглими (власними) модулями. Інтерфейс користувацьких даних до DP Master пристрою – це область передачі, яку можна розділити на різні адресні області. Деякими прикладами інтелектуальних DP Slave пристроїв є станції S7-1500 з комунікаційним модулем CM 1542-5, розподілені станції вводу/виводу ET 200S з інтерфейсним модулем процесора IM 151-7 та ET 200pro з інтерфейсним модулем процесора IM 154-8 PN/DP.

CPU, налаштований як інтелектуальний DP Slave пристрій, не може одночасно бути DP Master. Однак, комунікаційний модуль може працювати як DP Master пристрій на станції з інтелектуальним DP Slave пристроєм.

#### *Комунікаційні модулі*

Комунікаційні шини та модулі зв'язку з'єднують підмережі та дозволяють обмін даними між станціями, підключеними до різних підмереж. Для підмережі PROFIBUS доступні такі пристрої:

- повторювач RS 232 для регенерації сигналів шини;
- повторювач діагностики для діагностики несправності шини;
- з'єднувач DP/DP для з'єднання двох підмереж PROFIBUS;
- з'єднання DP/AS-і для підключення підмережі PROFIBUS до підмережі AS-і;
- з'єднання IE/PB PN IO для підключення підмережі Ethernet до підмережі PROFIBUS.

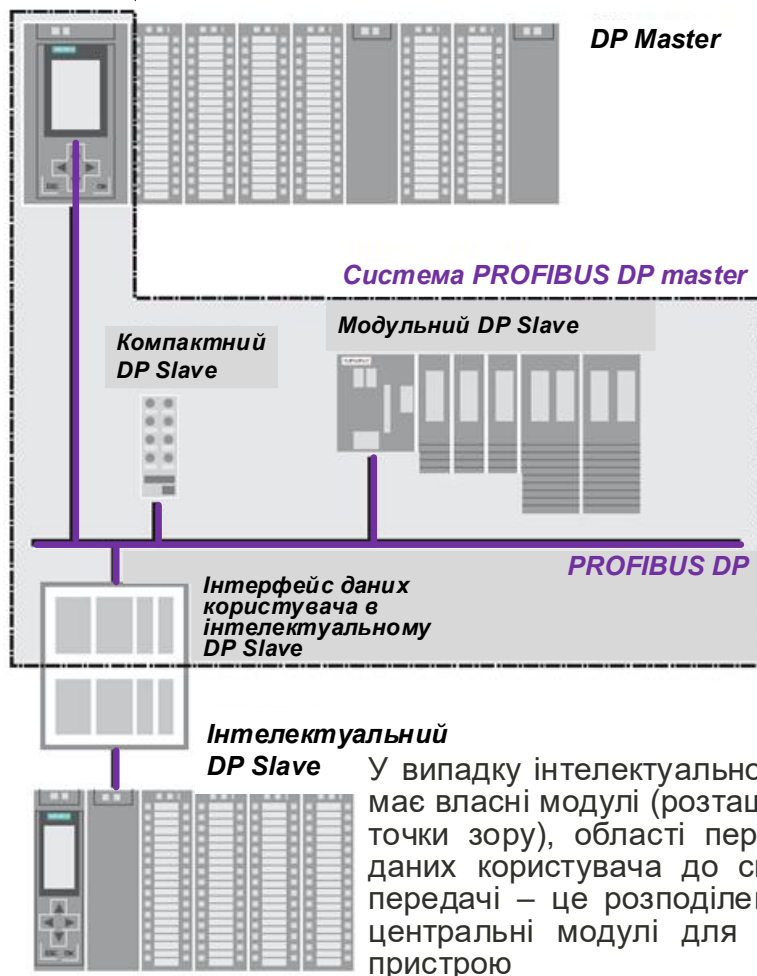
Модулі повторювачів, з'єднувач DP/DP та з'єднання DP/AS-і детальніше описані в розділі «Модулі зв'язку для PROFIBUS DP», а IE/PB Link PN IO – у розділі «Модулі зв'язку для PROFINET IO».

#### *Система PROFIBUS DP master*

DP Master та всі DP Slave пристрої, якими він керує, утворюють систему DP Master PROFIBUS (див. рис. 8.2). Час оновлення, протягом якого DP Slave пристрій отримує дані від свого DP Master та, у свою чергу, надсилає дані DP Master, залежить від кількості DP Slave пристроїв у головній системі.

PROFIBUS DP зазвичай працює як «моно-головна система», тобто один DP Master пристрій у сегменті шини керує кількома DP Slave пристроями. За винятком тимчасового програмного пристрою для діагностики та обслуговування, DP Master пристрій є єдиним головним пристроєм на шині.

Також можливо встановити кілька DP Master систем у підмережі PROFIBUS («багатоголовна система»). Однак це збільшує час відгуку в окремих випадках.



Система DP Master складається з DP Master та одного або кількох DP Slave пристроїв. Усі модулі, центральні чи розподілені, знаходяться в одному адресному просторі

У випадку інтелектуального DP Slave пристрою, який має власні модулі (розташовані централізовано з його точки зору), області передачі утворюють інтерфейс даних користувача до системи DP Master. Области передачі – це розподілені модулі для DP Master та центральні модулі для інтелектуального DP Slave пристрою

*Рисунок 8.2 - Схематичне зображення системи PROFIBUS DP Master пристроїв*

### *DPV0, DPV1 і S7-сумісні режими роботи*

DP Slaves пристрій та DP Masters пристрій доступні з різним обсягом функцій PROFIBUS:

- DP Slaves пристрої із рядом функцій відповідно до EN 50170 (скорочено: «підпорядковані пристрої DPV0») можуть виконувати циклічний обмін даними процесу.

- DP Slaves пристрої із рядом функцій відповідно до IEC 61158/EN 50170, том 2 (скорочено: «підпорядковані пристрої DPV1») мають розширену функціональність на додаток до циклічного обміну даними, напр. розширені можливості діагностики та параметризації за рахунок використання записів даних, що передаються ациклічно, або використання додаткових типів переривань.

- Пристрої PROFIBUS від Siemens («підлеглі пристрої DP S7»), які можуть обробляти інші функції на додаток до циклічного обміну даними, напр. діагностичних переривань, мають режим роботи «S7-сумісний».

Режими роботи DP master пристрою та DP slaves пристроїв

повинні бути узгоджені один з одним. DP master пристрої у режимі роботи «DPV0» керують веденими (slave) пристроями DPV0, ті, що в режимі роботи «S7-сумісні», керують slave-пристроями DPV0 та DP S7. Master-пристрої DPV1 від Siemens можуть керувати DP Slave пристроями з усіма режимами роботи

## 8.2 Адреси у PROFIBUS DP

### Адреси станцій у PROFIBUS DP

Кожна станція в підмережі PROFIBUS має унікальну адресу в підмережі – адресу станції (номер станції) – яка відрізняє її від усіх інших станцій у підмережі. Станція (DP master або DP slave) адресується в PROFIBUS за допомогою - адреси станції.

Редактор конфігурації автоматично призначає адреси станцій (адресу можливо змінювати в межах заданого діапазону). Адреса станції встановлюється у властивостях підмережі або системи головного DP у розділі «*Network settings*».

Приклад встановлення Адреси станцій у PROFIBUS DP приведено на рис. 8.3.

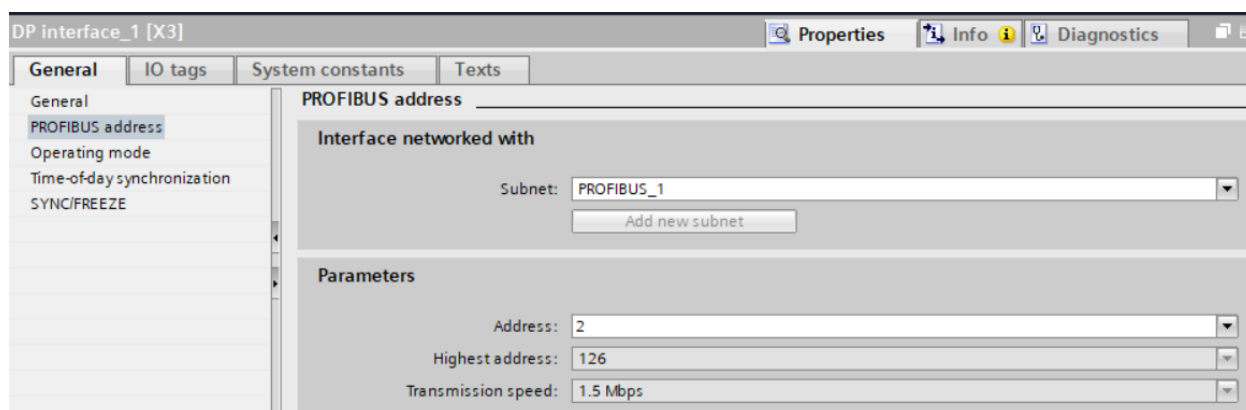



Рисунок 8.3 – Приклад встановлення адреси станцій у PROFIBUS DP

### Географічна адреса з PROFIBUS DP

Географічна адреса визначає слот модуля. У випадку DP-Slave пристрою географічна адреса складається з ідентифікатора системи DP-Master, номера станції та номера слота.

Ідентифікатор системи DP-Master призначається редактором конфігурації та має значення від 1 до 32 – не слід плутати з апаратним ідентифікатором системи DP-Master в системних константах. Ім'я та ідентифікатор можна змінити у властивостях системи DP-майстра в розділі [General - "Загальні"].

Нумерація слотів DP-Slave пристрою залежить від його типу. Якщо він інтегрований за допомогою GSD-файлу, записи у GSD-файлі визначають слот, з якого починаються модулі вводу/виводу. У випадку



стандартних DP-Slave пристроїв слоти для модулів вводу/виводу починаються з 1. Нумерація слотів DP-Slave пристрою S7 залежить від слотів станції S7-300/1200/1500. Наприклад для S7-300: Слоти 1 (джерело живлення) та 3 (інтерфейсний модуль блоку розширення) залишаються вільними. Слот 2 (процесор) відповідає інтерфейсному модулю (модулю заголовка) модульного DP-Slave пристрою. Сигнальні модулі (SM) розташовуються, починаючи зі слота 4. Також є «віртуальний» слот 0 (фізично відсутній); він представляє собою повну станцію.

#### *Логічні адреси з PROFIBUS DP*

Дані користувача DP-Slave пристроїв мають той самий діапазон логічних адрес, що й дані користувача центральних модулів у DP master станції. Логічні адреси всіх модулів знаходяться в діапазоні периферійних входів або виходів. Це означає, що адреси центральних модулів не повинні перетинатися з адресами DP-Slave пристроїв.

Логічна адреса використовується для адресації даних користувача, тобто станів сигналів цифрових каналів вводу/виводу або значень на аналогових каналах вводу/виводу. Кожен байт даних користувача однозначно визначається логічною адресою. Логічна адреса відповідає абсолютній адресі; їй можна призначити символ (ім'я) для легшого читання (символічна адресація).

#### *Послідовна передача даних користувача до/від DP slaves*

Узгодженість даних означає, що блок даних користувача обробляється разом без переривання.

За допомогою прямого доступу, наприклад, під час завантаження та передачі, можна послідовно передавати область розміром один байт, одне слово або одне подвійне слово. З областю даних користувача розміром три байти або більше чотирьох байтів використовуються системні блоки DPRD\_DAT (читання) та DPWR\_DAT (запис) для послідовної передачі даних.

#### *Інтерфейс даних користувача з інтелектуальними DP slaves пристроями*

У компактних та модульних DP- Slaves пристроях адреси входів та виходів разом з адресами центральних модулів знаходяться в адресному томі DP-Master пристрою. У інтелектуальних DP- Slaves пристроях (скорочено: I-Slaves) модулі вводу/виводу DP- Slaves призначаються веденому процесору. Таким чином, кожен інтелектуальний DP- Slaves пристрій має інтерфейс даних користувача як спільну область пам'яті з DP-Master пристроєм, розмір якої залежить від використовуваного Slaves CPU.

Інтерфейс даних користувача можна розділити на кілька

областей різної довжини та узгодженості даних. Окремі області реагують як модулі, найменша адреса яких є початковою адресою модуля. З точки зору DP-Master пристрою, I- Slaves пристрій виглядає як компактний або модульний DP- Slaves пристрій залежно від поділу.

Область передачі, яка представлена як вхідний модуль з точки зору DP-Master пристрою, є вихідним модулем з точки зору DP- Slaves пристрою і навпаки. Логічні адреси на стороні головного пристрою знаходяться в адресному томі DP-Master пристрою, а логічні адреси на стороні веденого пристрою - в адресному томі DP-Slave пристрою. Адреси на стороні головного пристрою (master) можуть відрізнятися від адрес на стороні веденого пристрою (slave).

### 8.3 Конфігурування PROFIBUS DP

#### Загальна процедура

Передумовою для конфігурації розподіленого вводу/виводу з PROFIBUS DP є створений проект зі станцією ПЛК. Щоб вибрати задіяні станції, запустіть конфігурацію обладнання у вікні «Network view» (див. рис. 8.4).

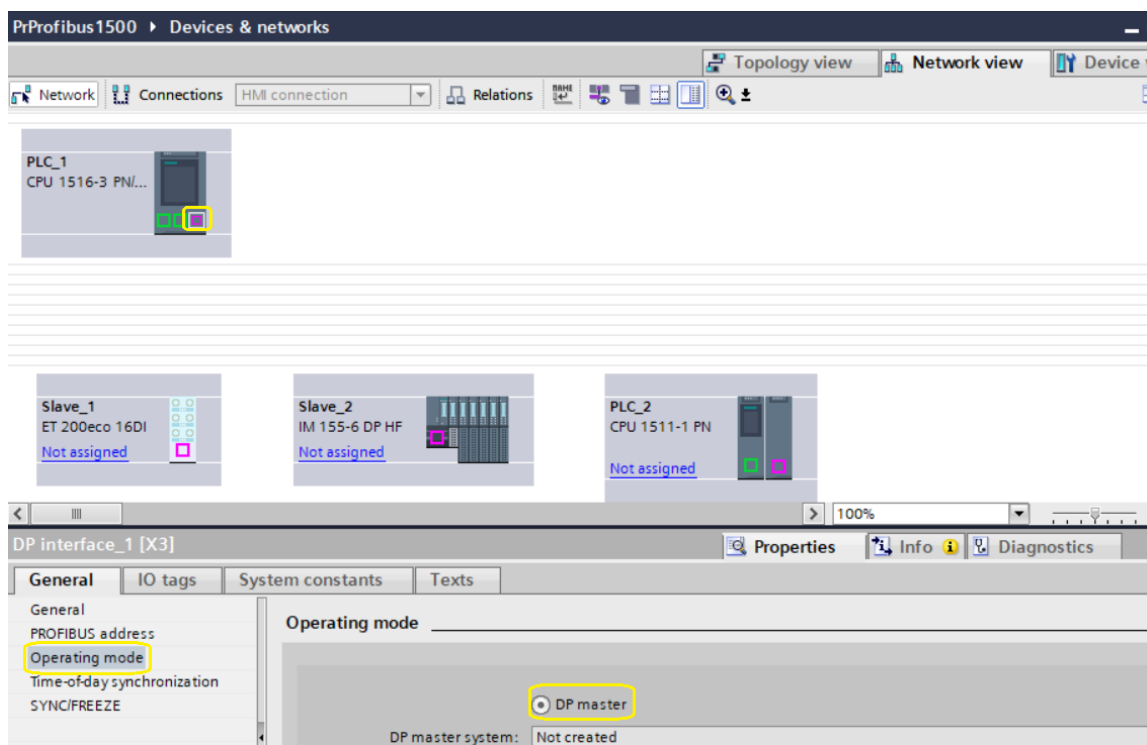


Рисунок 8.4 - Приклад активації режиму DP master інтерфейсу DP

- Відправною точкою для конфігурування є DP-Master з інтегрований у CPU 1500 з DP-інтерфейсом, або з комунікаційним модулем CM 1542-5.

- Активуйте режим *DP master* інтерфейсу DP, якщо він не є налаштуванням за замовчуванням
- Призначте PROFIBUS DP master систему інтерфейсу пристрою DP DP master. Необхідна підмережа PROFIBUS створюється автоматично в процесі. (див. рис. 8.5)

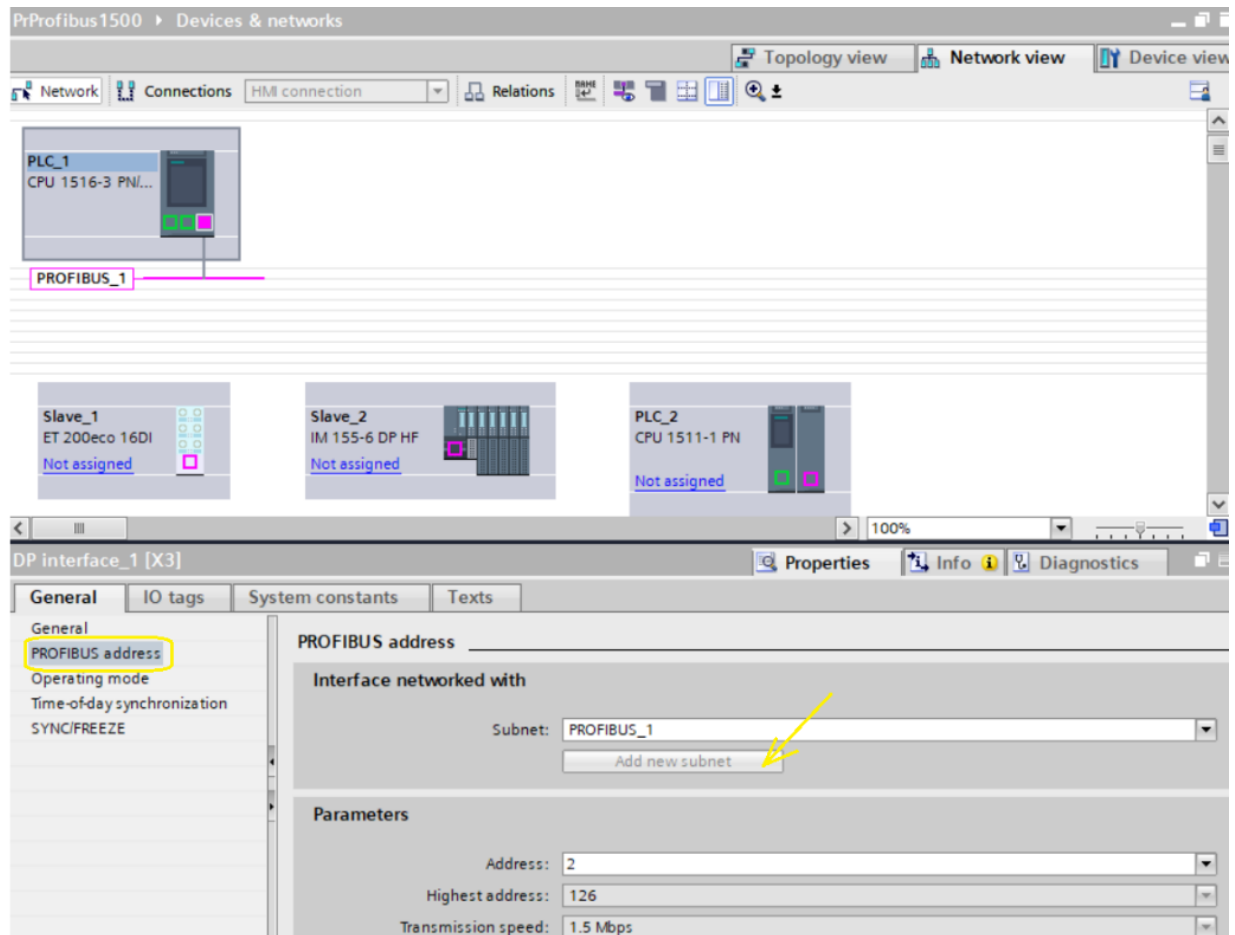


Рисунок 8.5 - Приклад створення мережі PROFIBUS

- За потреби встановіть параметри шини (найвища адреса PROFIBUS, швидкість передачі даних, профіль).
- Виберіть DP- slave пристрій з каталогу обладнання та перетягніть його мишею в робоче вікно.
- Підключіть пристрій DP- slave до системи DP-master, перетягнувши інтерфейс DP пристрою DP- slave мишею до інтерфейсу DP пристрою DP-master.
- Повторіть останні два кроки для кожного наступного DP- slave пристрою.
- Щоб параметризувати інтерфейс DP, виберіть його в робочому вікні та встановіть потрібні властивості у вікні інспектора.
- Перетягніть інтелектуальний DP-Slave пристрій як незалежну станцію ПЛК у робоче вікно, встановіть режим DP-Slave пристрою у властивостях інтерфейсу DP, призначте DP-Master пристрій та

налаштуйте області передачі інтерфейсу даних користувача (див. рис. 8.6).

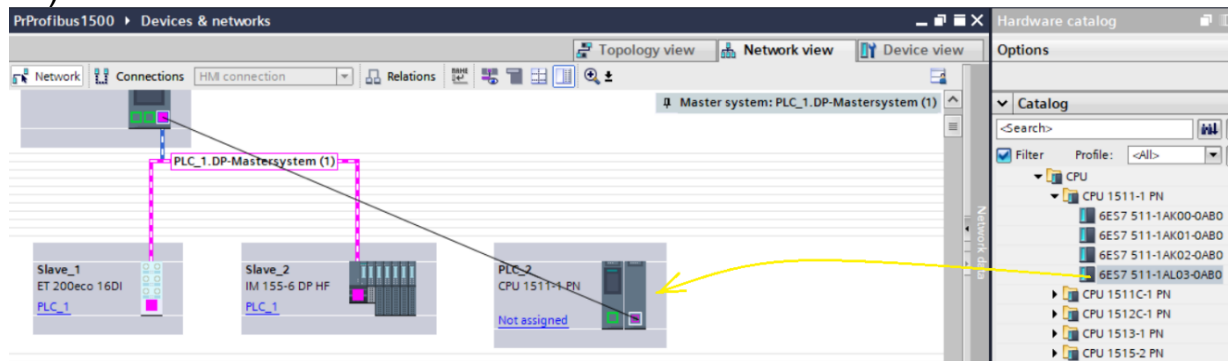


Рисунок 8.6 - Приклад підключення пристрів DP- slave до системи DP-master

Результатом є мережеве з'єднання DP master -пристрою з призначеними DP- slaves пристроями до системи головного PROFIBUS DP (див. рис. 8.7).

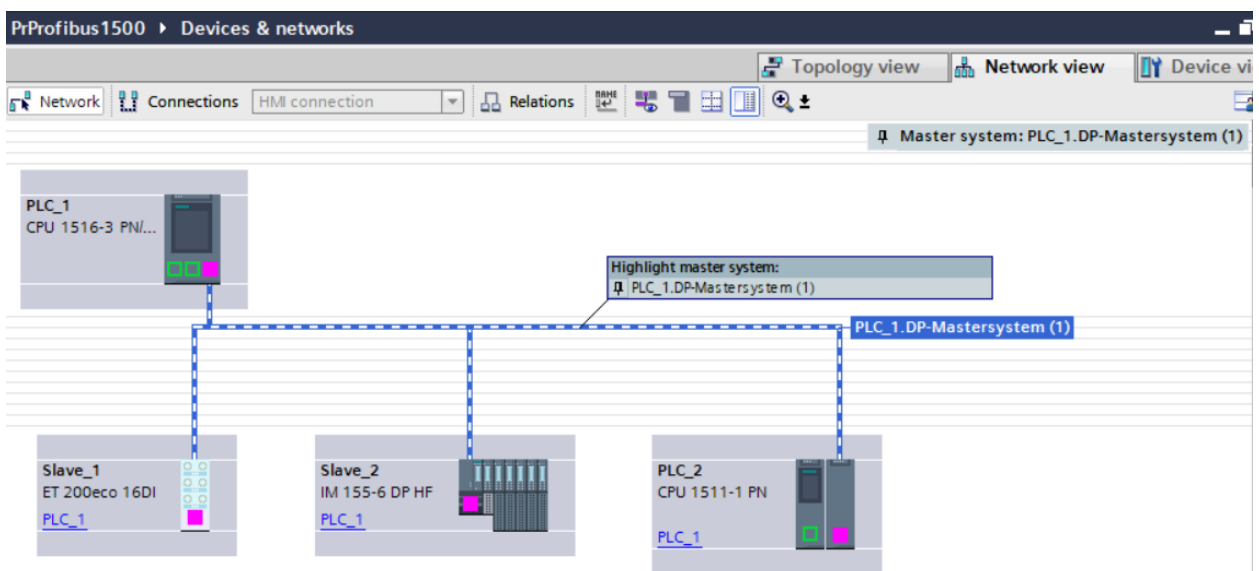


Рисунок 8.7 – Приклад представлення системи PROFIBUS DP master

Після цього можливо конфігурування параметрів станцій та підключаєте модулів вводу/виводу у вікні «Device view».

#### Конфігурування DP master в Network view

Передумова: Побудовано проект та станцію ПЛК, наприклад, CPU 1516-3 PN/DP з інтерфейсом DP. Запустіть конфігурацію пристрою та виберіть вкладку «Network view» у робочому вікні.

Для призначення DP master системи інтерфейсу, клацніть правою кнопкою миші на інтерфейсі DP у робочому вікні та виберіть команду *Highlifht master system* з контекстного меню (див. рис. 8.8).

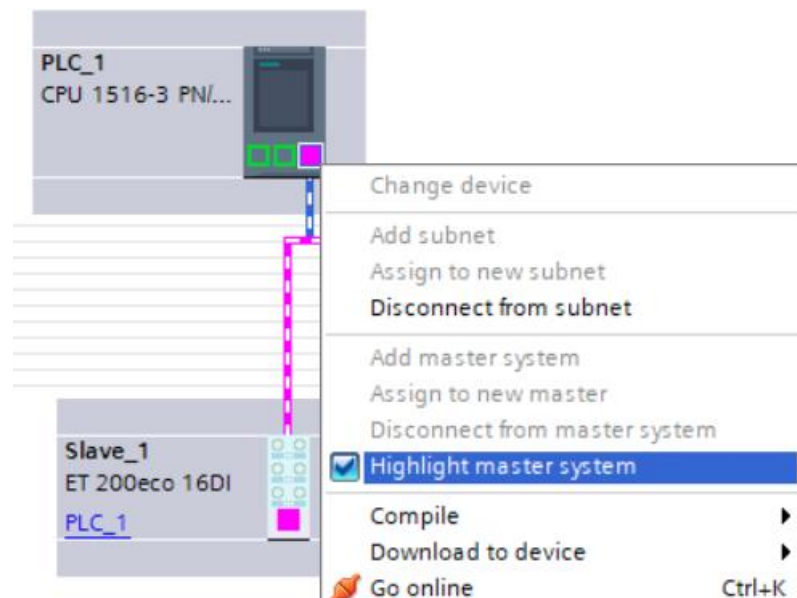


Рисунок 8.8 - Призначення DP Master системи інтерфейсу

Створюється підмережа PROFIBUS та пурпурово-біла головна система DP з назвою <Station name>. DP master system (<Master system ID>). Можливо змінити назву та ідентифікатор головної системи у властивостях головної системи DP у розділі [General - «Загальні»].

Можна змінити найвищу адресу PROFIBUS, швидкість передачі даних та профіль шини у властивостях системи DP master або у властивостях підмережі PROFIBUS у розділі «Network settings».

#### Додавання DP- slave пристрою до системи DP- slave пристрою

Утримуючи натиснутою ліву кнопку миші, перетягніть потрібний DP- slave пристрій з каталогу обладнання до системи DP- master у робочому вікні. На рис. 8.8 показано дві станції розподіленого вводу/виводу: станцію ET200eco з дерева об'єктів Distributed I/O > ET 200eco > PROFIBUS > DI/DO > 16DI/16DO > ... та станцію ET 200SP з дерева об'єктів Distributed I/O > ET 200SP > Interface modules > PROFIBUS > IM 155-6 DP HF > ....

Інтерфейси DP- slave пристроїв з'єднані на графічному зображенні пурпурово-білою позначкою і, таким чином, є частиною системи DP-master.

#### Конфігурація DP slave пристрою

Вибравши DP-slave пристрій, можливо налаштувати його властивості у вікні «Device view». На першому етапі здійснюється механічна конфігурація DP-slave пристрою потрібними модулями або підмодулями з каталогу обладнання.

На другому етапі встановлюється адреса PROFIBUS у властивостях інтерфейсу PROFIBUS та, залежно від DP-slave пристрою та застосування, у групі «Module parameters», наприклад,

властивість запуску «*Operation if preset configuration does not match actual configuration*», режим переривання DP або обробку опцій (див. рис. 8.9).

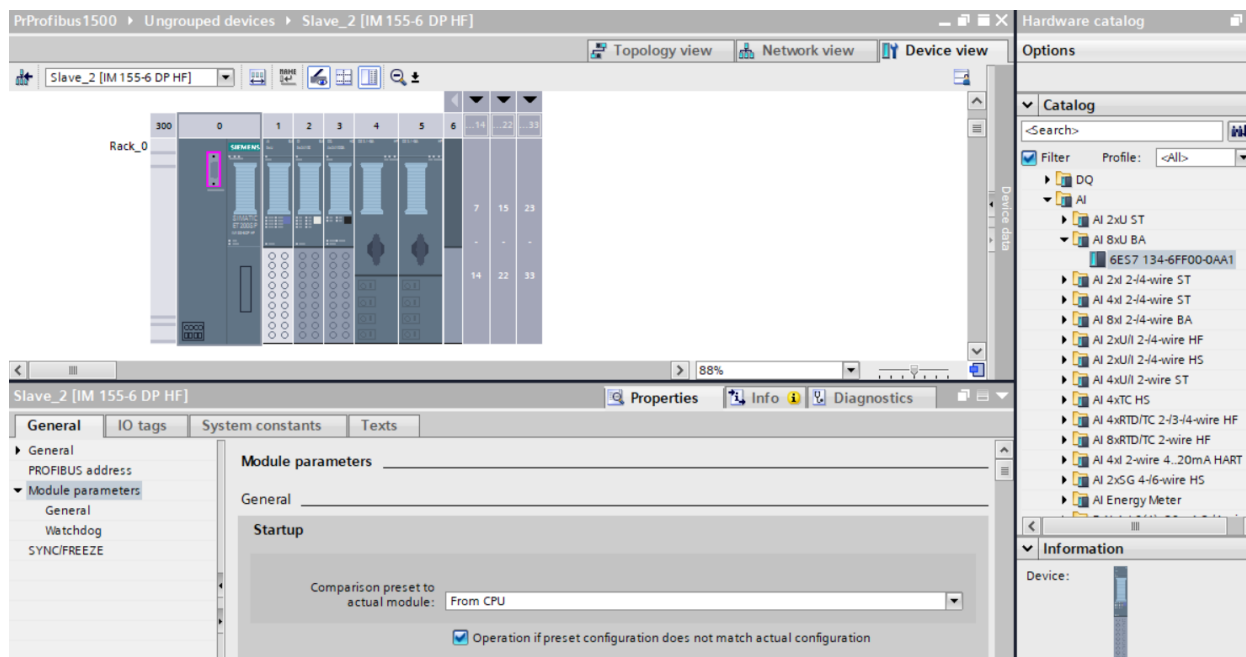


Рисунок 8.9 - Приклад конфігурації DP slave пристрою ET 200SP

### Підключення інтелектуального DP slave пристрою до системи PROFIBUS DP master

Спочатку створюється інтелектуальний DP-Slave пристрій («I-Slave») як окрему станцію ПЛК, а потім підключається DP-інтерфейс I-Slave пристрою до системи DP-майстра. Можна знайти I-Slave пристрої в каталозі обладнання в папці [Controllers - «Контролери»].

Наприклад, створимо станцію S7-1511 як I-Slave пристрій, для цього натисніть і утримуйте ліву кнопку миші та перетягніть CPU 1511-1 PN у робоче вікно та обладнайте його комунікаційним модулем CM 1542-5 з дерева об'єктів [Controllers - «Контролери»] > SIMATIC S7-1500 > Communication modules > PROFIBUS > CM 1542-5 > .....

Встановлюється з'єднання з існуючою підмережею, шляхом перетягування DP-інтерфейс DP-Slave пристрою до DP-інтерфейсу іншого пристрою в підмережі з натиснутою лівою кнопкою миші, наприклад, до DP-інтерфейсу DP-Master. Якщо станція S7 або ET 200 з комбінованим інтерфейсом MPI/DP використовується як ведений (slave) пристрій I-slave, спочатку необхідно встановити PROFIBUS як тип інтерфейсу у властивостях інтерфейсу.

У властивостях інтерфейсу DP веденого пристрою I-slave активуйте опцію DP slave у розділі «*Operating mode*» та виберіть призначений DP master пристрій зі спадного списку (див. рис. 8.10).

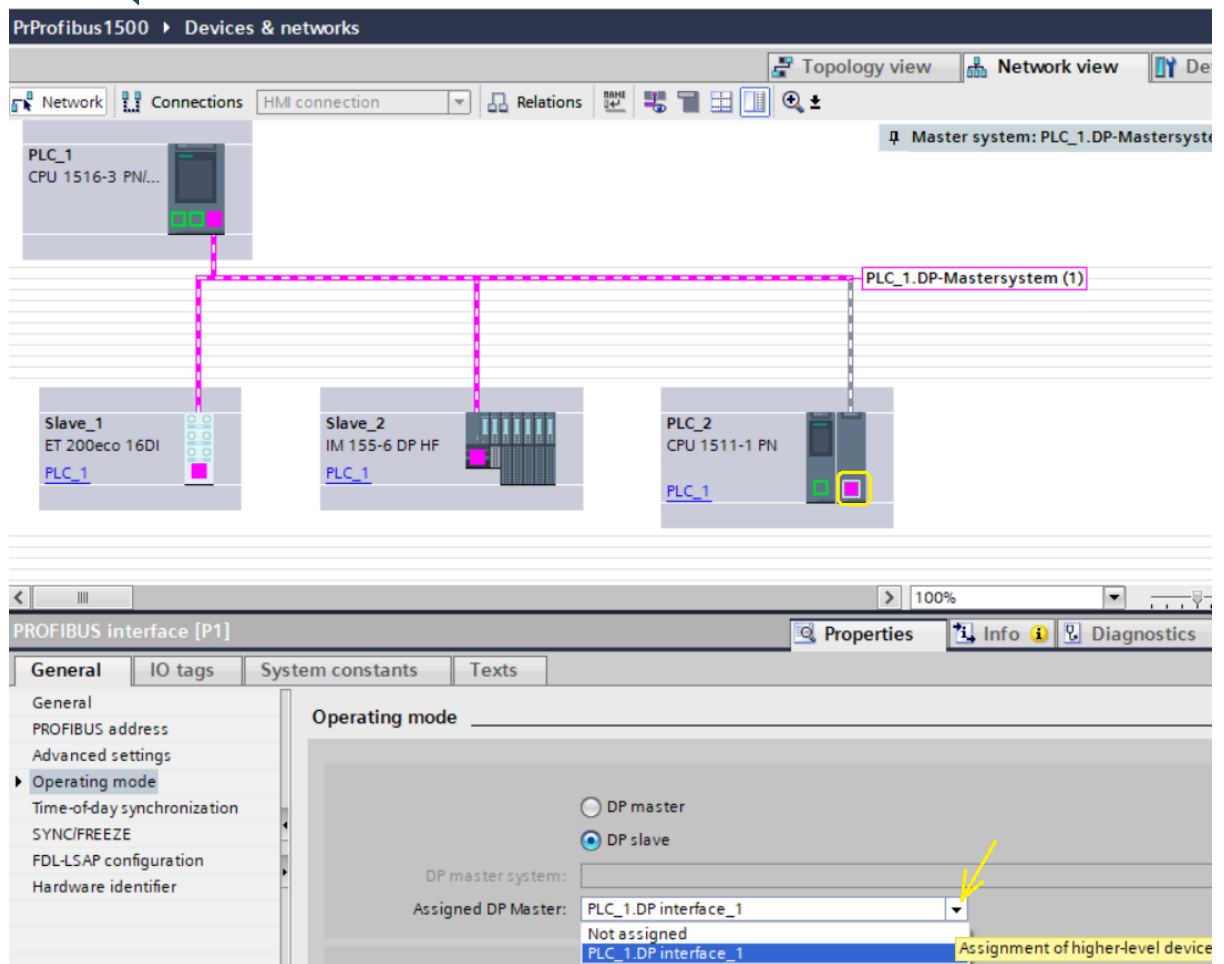


Рисунок 8.10 – Підключення інтелектуального DP slave пристрою до системи PROFIBUS DP master

### Налаштування інтерфейсу даних користувача

Налаштування інтерфейсу даних користувача до DP-Master здійснюється у властивостях модуля I-slave. Виберіть CPU або ET-станцію у робочому вікні, а потім у вікні інспектора на вкладці [Properties - «Властивості»] у групі DP-інтерфейсів виберіть пункт *Operating mode > I-slave communication*.

Натисніть кнопку <Add new> у таблиці *Transfer areas*. Буде створено нову область передачі. Можливо змінити назву у стовпці «Transfer area». У стовпці «Напрямок даних» (↔) натисніть на стрілку, щоб встановити тип області передачі (стрілка праворуч → означає область вводу, стрілка ліворуч ← означає область виводу з точки зору I-slave).

Після цього встановлюється початкова адреса у стовпці «Slave address» та довжину області передачі у стовпці «Length». Область передачі має максимальну довжину 32 байти. У стовпці «Master address» встановіть початкову адресу, яку має область передачі з точки зору DP-Master. У стовпці «Consistency» можливо вибрати між «Unit» та [Total length - «Загальна довжина»] (див. рис. 8.11).

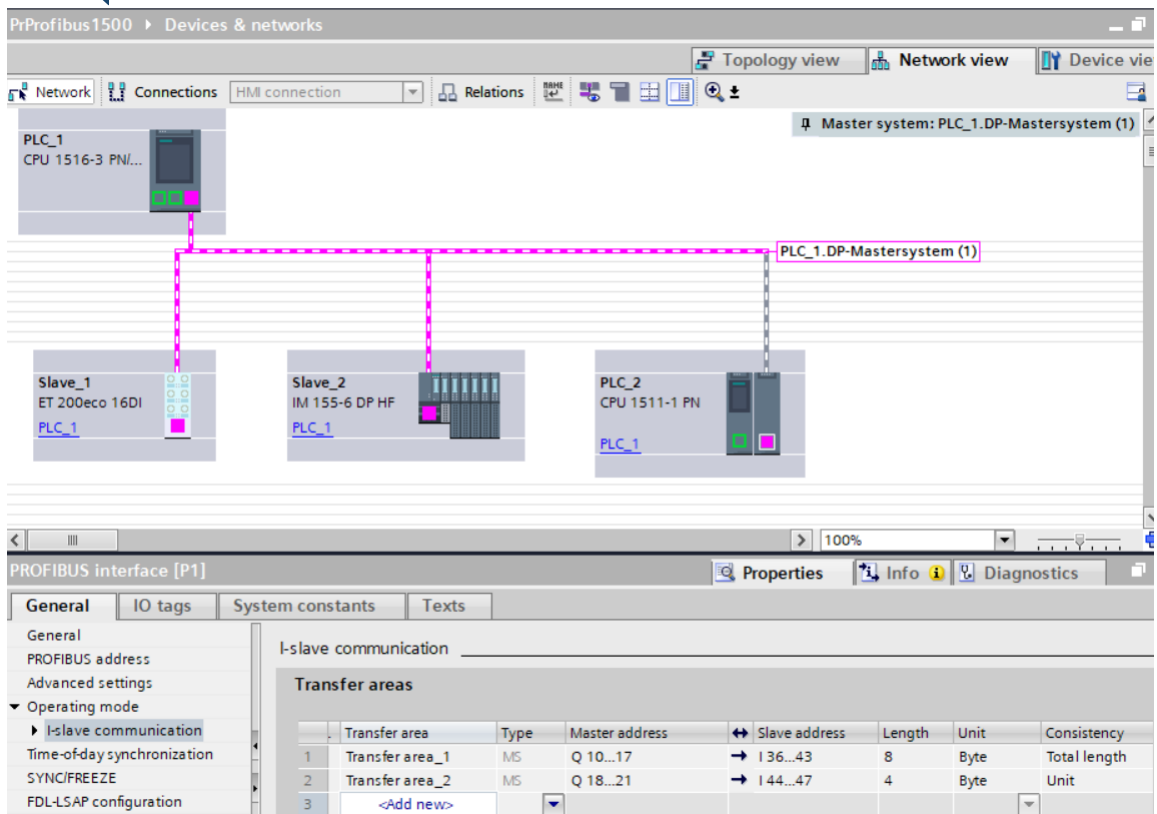


Рисунок 8.11 – Приклад конфігурації областей передачі I-slave для PLC2

Таким чином, налаштовуються додаткові області передачі. Налаштовані області передачі відображаються в групі властивостей зв'язку I-slave (*I-slave communication properties*). Якщо обрано область передачі тоді отримується її детальна інформація. На екрані можливо вибрати зв'язок з образом процесу: [*Automatic update* – «Автоматичне оновлення»], якщо оновлення образу процесу має відбуватися під час виконання основної програми, або *PIPn* для розділу образу процесу. Кожній області передачі можливо призначити апаратне переривання, яке спрацює, коли наймолодший біт має зміну стану сигналу.

#### 8.4 Модулі з'єднання для PROFIBUS DP

##### Повторювач RS485 для PROFIBUS DP

Повторювач RS485 з'єднує два сегменти шини разом у підмережі PROFIBUS. Кількість станцій та розмір підмережі можна збільшити. Повторювач забезпечує регенерацію сигналу та гальванічну розв'язку. Його можна використовувати зі швидкістю передачі даних до 12 Мбіт/с, включаючи 45,45 Кбіт/с для PROFIBUS PA.

Налаштування повторювача RS 485 не потрібне; його потрібно враховувати лише під час розрахунку параметрів шини.

##### Діагностичний повторювач для PROFIBUS DP

Діагностичний повторювач може визначати топологію в сегменті

PROFIBUS (мідний кабель RS 485) під час роботи та виконувати діагностику лінії. Він забезпечує регенерацію сигналу та гальванічну розв'язку для підключених сегментів. Максимальна довжина сегмента становить 100 м у кожному випадку; швидкість передачі даних може становити від 9,6 Кбіт/с до 12 Мбіт/с.

Діагностичний повторювач має з'єднання для 3 сегментів шини. Кабель від DP master пристрою підключається до клем живлення сегмента шини DP1. Два інших з'єднання DP2 та DP3 містять вимірювальні схеми для визначення топології та діагностики кабелів на підключених до них сегментах шини. Можна послідовно підключити до дев'яти додаткових діагностичних повторювачів.

Діагностичний повторювач працює як DP Slave пристрій у головній (master) системі. У разі несправності він надсилає визначені діагностичні дані до DP master пристрою. Це включає топологію сегмента шини (станції та довжини кабелів), вміст буферів діагностики сегмента (останні десять подій з інформацією про несправність, місцезнаходження та причину) та статистичні дані (інформація про якість шинної системи). Крім того, діагностичний повторювач забезпечує функції моніторингу для ізохронного режиму.

Діагностичні дані відображаються у вікні навігації онлайн- та діагностичного перегляду діагностичного повторювача в папці «*Segment diagnostics*». Системні блоки в користувацькій програмі дозволяють діагностику лінії. Системна функція DP\_TOPOLOG запускає діагностику на повторювачі, а RD\_REC або RDREC використовується для зчитування діагностичних даних. READ\_CLK зчитує час процесора, а WR\_REC або WRREC передає його на діагностичний повторювач для встановлення часу на останньому.

Діагностичний повторювач налаштовується та параметризується за допомогою редактора конфігурації. Він знаходиться в каталозі обладнання в розділі *Network components > Diagnostics repeaters > ....* (див. рис. 8.12).

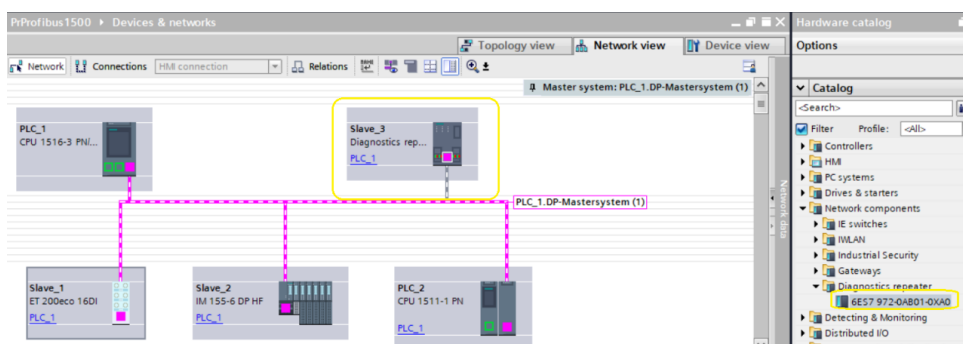


Рисунок 8.12 – Приклад додавання до мережі діагностичного повторювача DP/DP з'єднувач

З'єднувач DP/DP об'єднує дві підмережі PROFIBUS між собою та

може обмінюватися даними між DP masters пристроями. Дві підмережі електрично ізольовані та можуть працювати з різною швидкістю передачі даних до максимум 12 Мбіт/с. В обох підмережах з'єднувач DP/DP призначається відповідному DP masters пристрою як DP slave пристрій з вільно вибраною адресою станції в кожному випадку.

Максимальний розмір пам'яті для передачі становить 244 байти вхідних даних і 244 байти вихідних даних, розділених максимум на 16 областей. Вхідні області в одній підмережі повинні відповідати вихідним областям в іншій. Можна послідовно передати до 128 байтів. Якщо сторона з вхідними даними виходить з ладу, відповідні вихідні дані з іншого боку зберігаються на своєму останньому значенні.

З'єднувач DP/DP налаштовується за допомогою редактора конфігурації. Він знаходиться в каталозі обладнання в розділі *Other field devices > PROFIBUS DP > Gateways > Siemens AG > DP/DP Coupler, Release 2 > ....* (див. рис. 8.13)

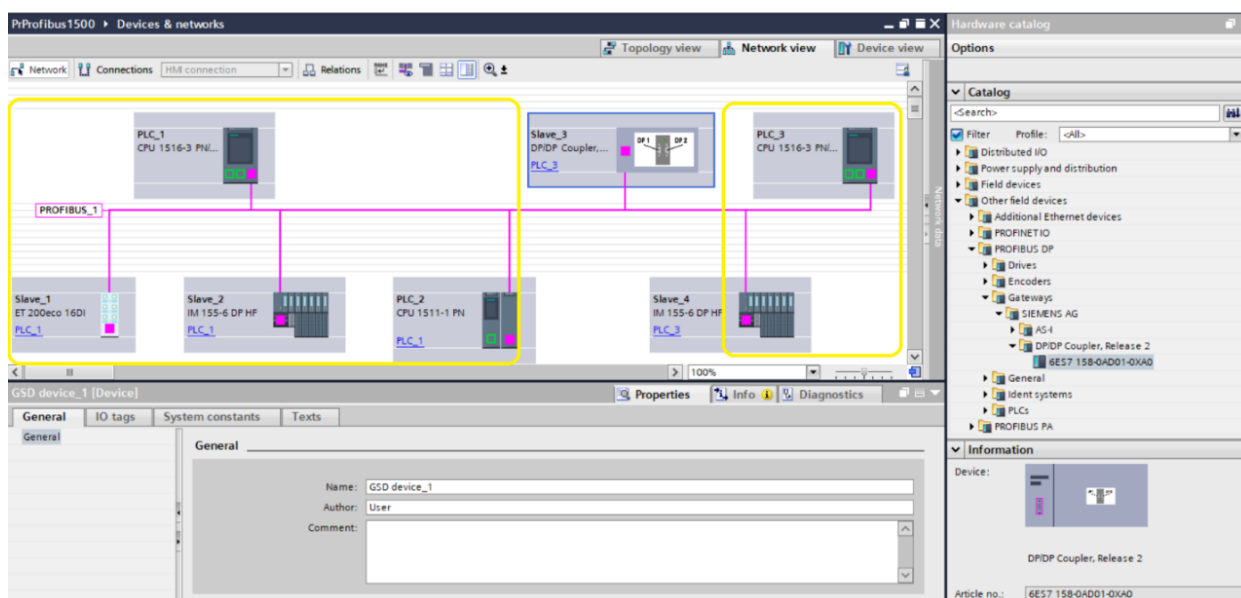


Рисунок 8.13 - Приклад додавання до мережі DP/DP з'єднувача

Налаштування області передачі здійснюється у вікні пристрою (device view). У верхній частині робочого вікна відображається графіка з'єднувача DP/DP, а в нижній – таблиця конфігурації інтерфейсу. Тепер перетягніть модуль вводу/виводу, що знаходиться під з'єднувачем DP/DP, з каталогу обладнання в таблицю (модулі відображаються безпосередньо, якщо в каталозі обладнання активовано прапорець [Filter - «Фільтр»]). Адреси даних користувача, які ви вказуєте у властивостях модуля, знаходяться в адресному просторі головного пристрою DP (див. рис. 8.14).

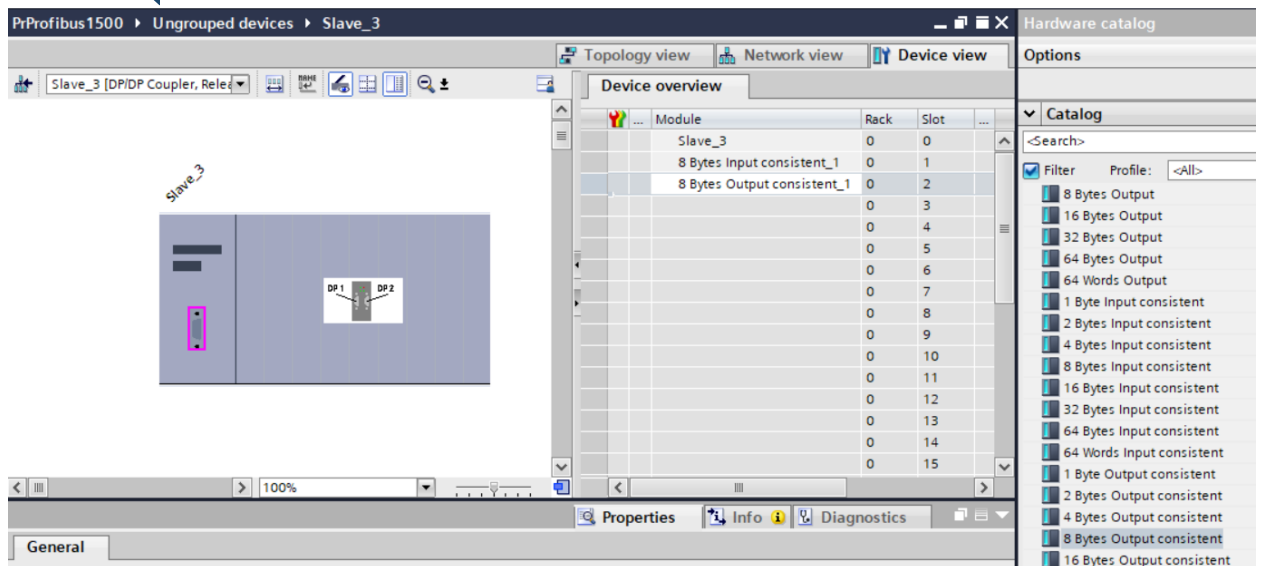


Рисунок 8.14 - Приклад конфігурування DP/DP з'єднувача

Друга частина з'єднувача DP/DP налаштовується таким самим чином. З'єднувач DP/DP додається до другої системи DP master пристрою та налаштовується область передачі. Необхідно, щоб структура області передачі відповідала структурі першої частини. Входи з одного боку відповідають виходам з іншого боку і навпаки. Адреси в обох частинах з'єднувача DP/DP орієнтовані на призначення адрес відповідного головного процесора та можуть відрізнитися одна від одної.

#### *DP/AS-i link: з'єднання між PROFIBUS DP та AS-інтерфейсом*

*DP/AS-i Link 20E* з'єднує PROFIBUS DP з AS-Interface. На PROFIBUS DP з'єднанням є модульний DP-slave відповідно до EN 50170. На AS-Interface це AS-i master відповідно до специфікації AS-i V2.1.

Підключення до DP-майстра здійснюється через інтерфейс даних користувача з 32-байтовими цифровими входами та 32-байтовими цифровими виходами. З'єднання дозволяє завантажувати конфігурацію AS-i на програматор..

*DP/AS-i Link Advanced* з'єднує PROFIBUS DP з AS-Interface. На PROFIBUS DP з'єднанням є модульний DP-slave відповідно до EN 50170. На AS-Interface це одинарний або подвійний AS-i master відповідно до специфікації AS-i V3.0.

З'єднання DP/AS-i налаштовується за допомогою редактора конфігурації. DP/AS-i знаходиться в каталозі обладнання в розділі *Other field devices > PROFIBUS DP > Gateways > Siemens AG > AS-I >*

....

Підключення до DP-master здійснюється через інтерфейс даних користувача з 62-байтовими цифровими входами та 62-байтовими цифровими виходами. Програматор можна підключити через

вбудований порт Ethernet для введення в експлуатацію, тестування та діагностики через веб-інтерфейс зі стандартним браузером. З'єднання дозволяє завантажувати конфігурацію AS-і на програматор (див. рис. 8.15).

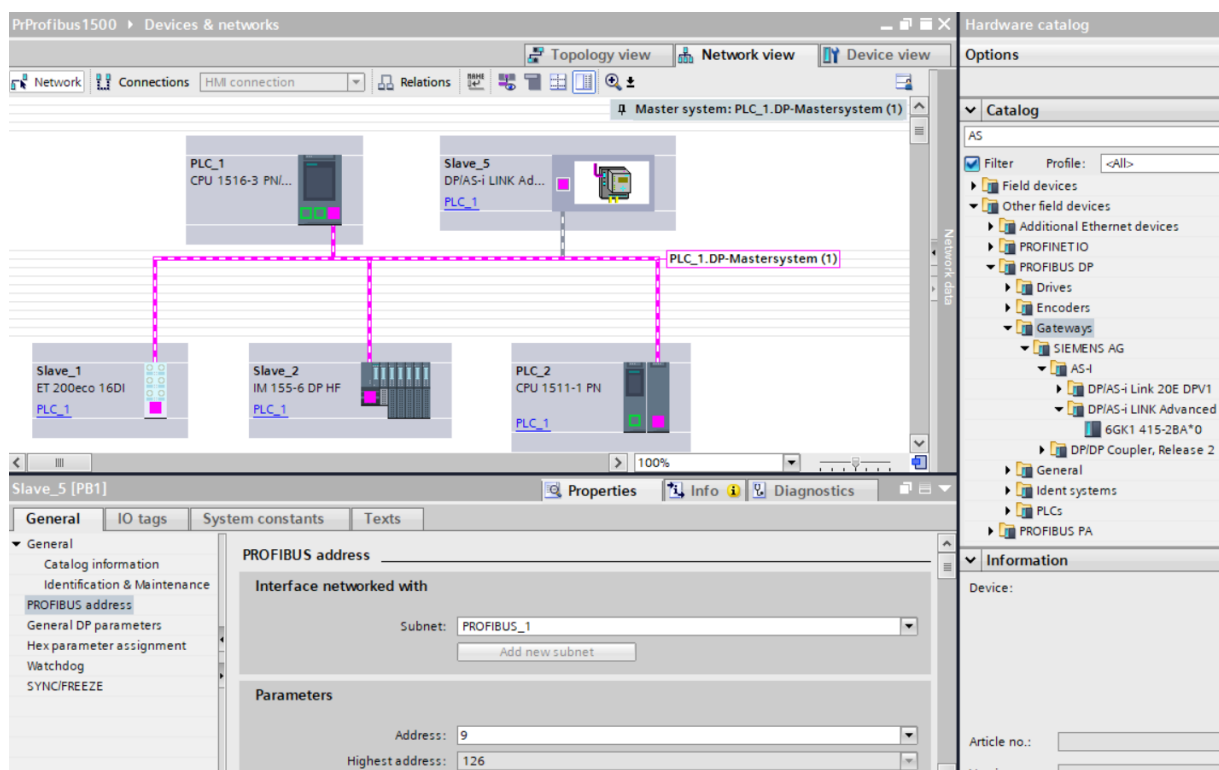


Рисунок 8.15 - Приклад додавання до мережі DP/AS-і

## 8.5 Спеціальні конфігурації PROFIBUS

Ви можете налаштувати наступні спеціальні функції в головній системі PROFIBUS DP, якщо пристрої сконструйовані відповідним чином:

- Групи SYNC/FREEZE для синхронного виведення вихідних сигналів та синхронного зчитування вхідних сигналів
- Безпосередній обмін даними між станціями по PROFIBUS

### Налаштування груп SYNC/FREEZE

Команда керування SYNC вимагає, щоб DP-Slave пристрої, об'єднані в групу, одночасно (синхронно) виводили вихідні стани. Команда керування FREEZE вимагає, щоб DP-Slave пристрої, об'єднані в групу, одночасно (синхронно) заморозили поточні стани вхідних сигналів, щоб DP-Master пристрій міг їх циклічно отримувати. Команди керування UNSYNC та UNFREEZE відповідно скасовують дію SYNC та FREEZE.

Можливо створити до восьми груп SYNC/FREEZE на одну DP-Master систему, які повинні виконувати або команду SYNC, або команду FREEZE, або обидві. Кожен DP-Slave пристрій може бути

призначений лише одній групі.

Використовуючи системний блок DPSYC\_FR у користувацькій програмі, можливо ініціювати вивід команди до групи. Потім DP-Master пристрій надсилає відповідну команду одночасно всім DP-Slave пристроям у зазначеній групі.

Щоб призначити DP-Slave пристрій групі SYNC/FREEZE, відкрийте властивості його інтерфейсу та призначте DP-Slave пристрій групі в розділі SYNC/FREEZE (див. рис. 8.16).

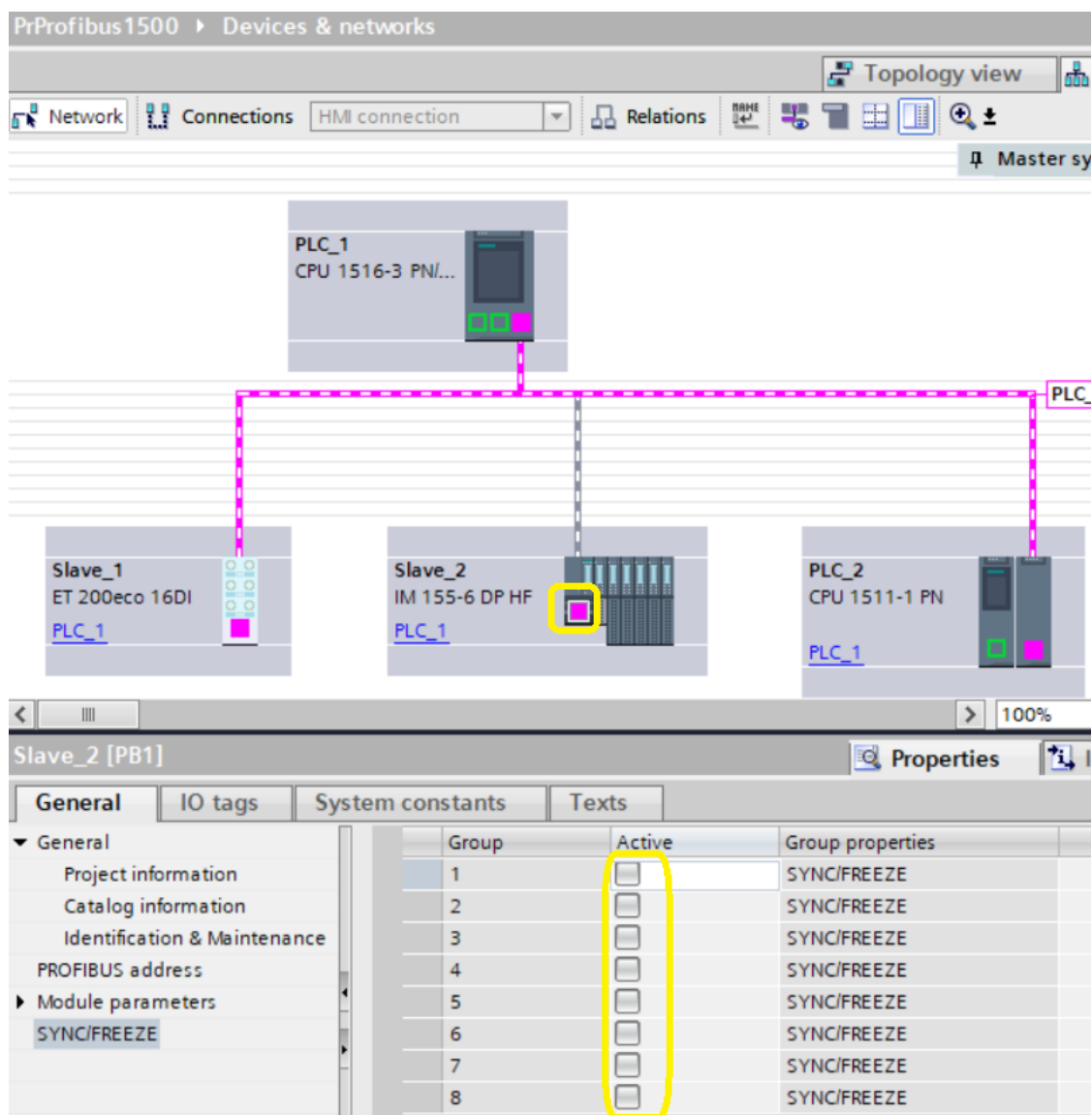


Рисунок 8.16 - Приклад призначення DP-Slave пристрою групі SYNC/FREEZE

Можливо знайти список груп у властивостях інтерфейсу DP-Master пристрою в розділі SYNC/FREEZE та встановити там властивості (SYNC, FREEZE або обидва) для кожної групи (див. рис. 8.17).

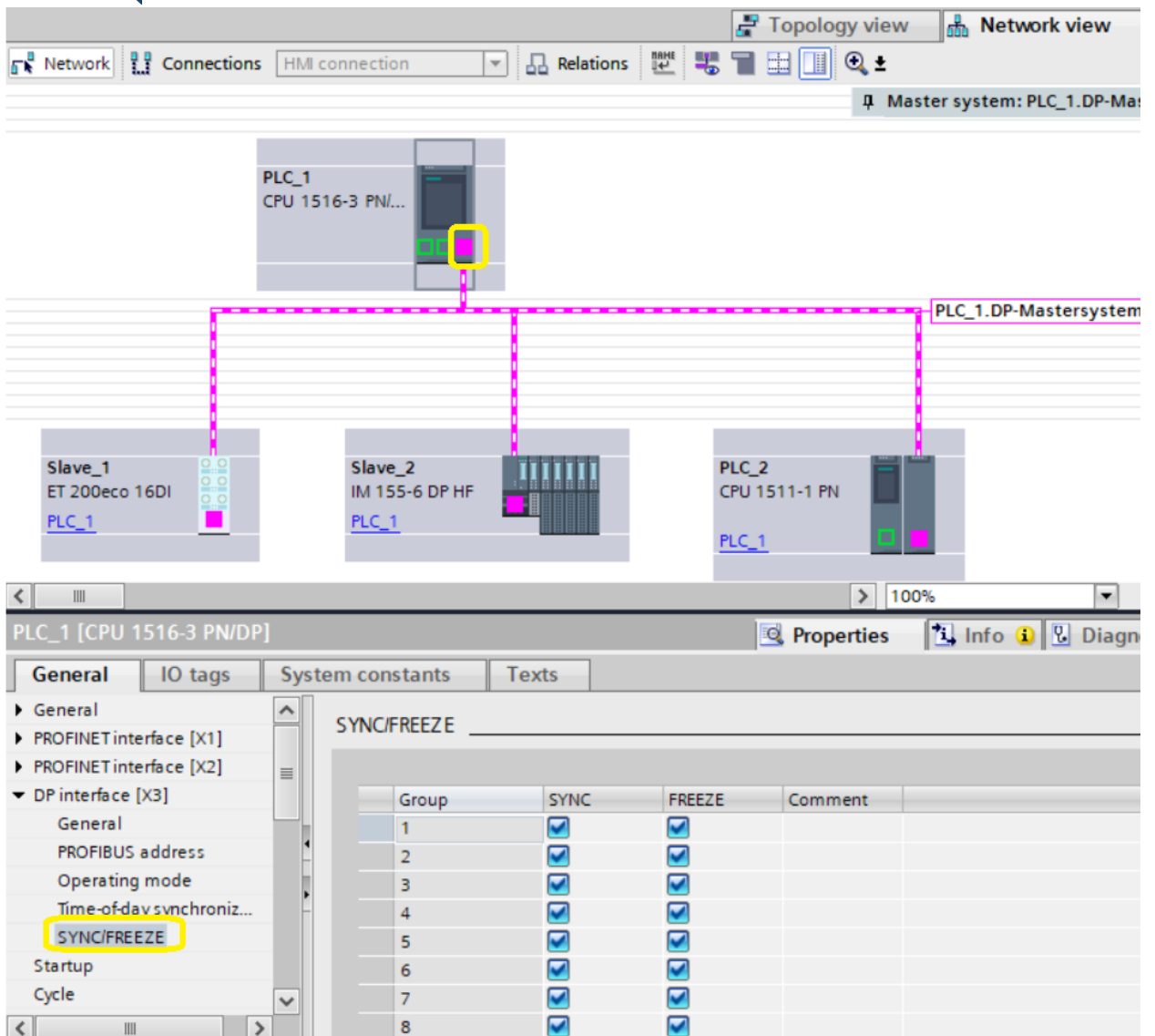


Рисунок 8.17 - Список груп у властивостях інтерфейсу DP-Master пристрою в розділі SYNC/FREEZE

### Налаштування прямого обміну даними

У системі DP master пристрій DP-майстер керує лише підлеглими (slave) пристроями, призначеними йому. З відповідно спроектованими станціями лише інша станція (головний або інтелектуальний підлеглий пристрій, який називається приймачем або абонентом) у підмережі PROFIBUS може «прослуховувати», щоб дізнатися, які вхідні дані DP slave пристрій (відправник або видавець) надсилає «своєму» головному (master) пристрою. Цей прямий обмін даними також називається *прямим зв'язком*.

Ви також можливо використовувати прямий обмін даними між двома головними системами DP в одній підмережі PROFIBUS. Наприклад, головний пристрій у головній системі 1 може таким чином «прослуховувати» дані підлеглому пристрою в головній системі 2.

Передумовою для налаштування прямого обміну даними є налаштування станції-відправника з вхідними модулями. Спочатку визначаються станції-партнери. Станція партнера обертається у вікні *Network view* – якщо партнерами є два I-slave, це має бути відправник – і відкрийте вкладку *I/O communication* в таблиці конфігурації в нижній частині робочого вікна. В вкладці перелічені вже налаштовані DP-slave. Комірка [*Drop the device* - «Перетягнути пристрій або вибрати»] присутня у стовпці *Partner 2*. Клацніть у цій комірці та виберіть станцію-партнера для прямого обміну даними зі спадного списку або перетягніть станцію-партнера з графіки в цю комірку за допомогою миші. Станція-партнер вводиться в новому рядку таблиці конфігурації з режимом роботи «*Direct data exchange*».

Виберіть рядок зі станцією-партнером і введіть потрібні області передачі у вікні інспектора в розділі «*Direct data exchange*» в таблиці «*Transfer areas*». Виберіть потрібний модуль у стовпці «*Partner module*» зі спадного списку та визначте вхідну адресу на станції-одержувачі, довжину (length) області передачі та узгодженість даних (див. рис. 8.18).

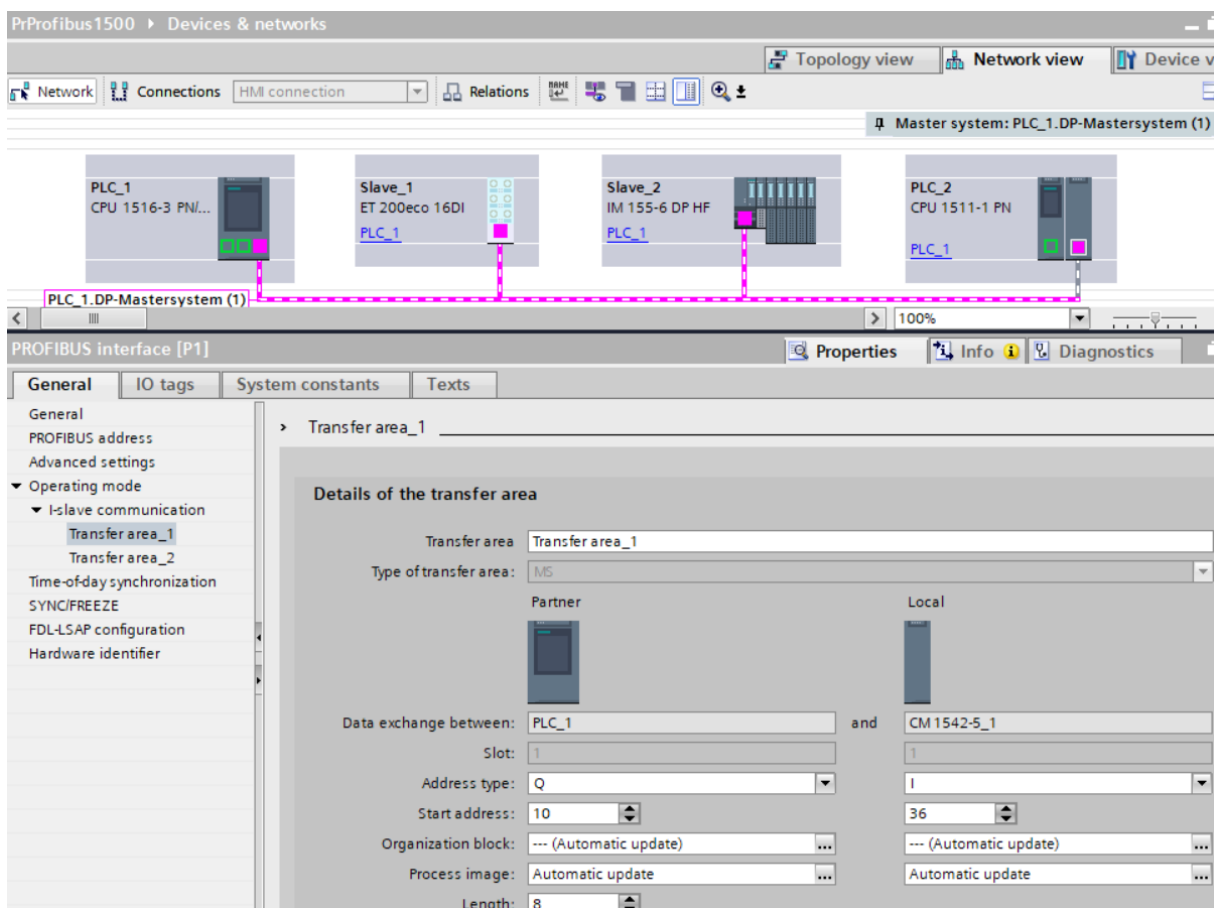


Рисунок 8.18 – Вікно налаштування станції партнера



## 8.6 Методика виконання індивідуального завдання до практичної роботи 8

Варіанти індивідуальних завдань представлені у таблицях 8.1 та 8.2.

Під час виконання завдання необхідно зробити таке.

1. Створити майстер-систему з одним провідним пристроєм.
2. Налаштувати провідний пристрій, забезпечивши його, в першу чергу, засобами підтримки розподіленої периферії – центральним процесорним модулем із вбудованим інтерфейсом DP або комунікаційним процесором з автономним виконанням комунікаційних завдань.
3. Налаштувати ведені пристрої, зосередивши основну увагу на сумісності інтерфейсних, сигнальних та функціональних модулів, включених у комплектацію цього пристрою.

Результати звіту мають містити:

- 1) завдання;
- 2) графічне представлення мережі в *HW Config*, *Topology view* та *Network view*;
- 3) файли конфігурації кожного вузла мережі.

При захисті роботи необхідно продемонструвати консистентність налаштованих вузлів

Таблиця 8.1 - Варіанти індивідуальних завдань для роботи 8

№ вар	DP Master			Інтелектуальні DP Slave					
	CPU	SM		CPU	SM		CPU	SM	
		521	522		1221	1222		521	522
1	1513	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	1215C	30x24VDC	20x24VDC	1511	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC
2	1513	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC	1213C	40x24VDC	35x24VDC	1511C	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC
3	1512	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC	1214C	50x24VDC	45x24VDC	1511	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC
4	1512	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC	1215C	60x24VDC	15x24VDC	1511C	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC
5	1514	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC	1212C	70x24VDC	20x24VDC	1511	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC
6	1514	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC	1215C	30x24VDC	20x24VDC	1511C	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC
7	1514	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC	1213C	40x24VDC	35x24VDC	1511	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC
8	1516	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC	1214C	50x24VDC	45x24VDC	1511C	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC
9	1516	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	1215C	60x24VDC	15x24VDC	1511	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC
10	1516	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC	1212C	70x24VDC	20x24VDC	1511C	30xAC120V 40x24VDC	35x24VDC
11	1513	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC	1215C	30x24VDC	30x24VDC	1511	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC
12	1513	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC	1213C	40x24VDC	35x24VDC	1511C	24xAC120V 50x24VDC	55x24VDC
13	1512	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC	1214C	50x24VDC	45x24VDC	1511	16xAC120V 32x24VDC	15x24VDC

Продовження табл. 8.1

№ вар	DP Master			Інтелектуальні DP Slave					
	CPU	SM		CPU	SM		CPU	SM	
		521	522		1221	1222		521	522
1	1513	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	1215C	30x24VDC	20x24VDC	1511	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC
14	1512	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC	1215C	60x24VDC	15x24VDC	1511C	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC
15	1514	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC	1212C	70x24VDC	20x24VDC	1511	10xAC120V 32x24VDC	30x24VDC
16	1514	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC	1215C	30x24VDC	30x24VDC	1511C	24xAC120V 50x24VDC	40x24VDC
17	1514	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC	1213C	40x24VDC	35x24VDC	1511	16xAC120V 32x24VDC	25x24VDC
18	1516	30xAC120V 40x24VDC	15x24VDC	1214C	50x24VDC	45x24VDC	1511C	30xAC120V 40x24VDC	15x24VDC
19	1516	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC	1215C	60x24VDC	15x24VDC	1511	10xAC120V 32x24VDC	45x24VDC
20	1516	24xAC120V 30x24VDC	25x24VDC	1212C	70x24VDC	20x24VDC	1511C	24xAC120V 30x24VDC	25x24VDC
21	1513	10xAC120V 40x24VDC	45x24VDC	1215C	24x24VDC	15x24VDC	1511	10xAC120V 40x24VDC	45x24VDC
22	1514	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC	1213C	36x24VDC	32x24VDC	1511C	30xAC120V 40x24VDC	20x24VDC

Таблиця 8.2 – Вихідні дані для конфігурування станцій ET200

№ вар	ET 200MP		ET 200SP			
	SM		Кіл. сигналів		Кіл. приводів	
	521	522	Вводу	Виводу	Реверсивних	Нереверсивних
1	16x24VDC	20x24VDC	6DIx24V	4DOx24V	2	1
2	30x24VDC	35x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	1	2
3	30x24VDC	25x24VDC	6DIx24V	4DO реле	2	2
4	24xAC120V	15x24VDC	4DIx24V	4DOx24V	2	0
5	35x24VDC	20x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	0	2
6	30x24VDC	45x24VDC	6DIx24V	2DO реле	2	1
7	10xAC120V	15x24VDC	2DIx24V	4DOx24V	1	2
8	30x24VDC	20x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	2	2
9	30x24VDC	30x24VDC	6DIx24V	2DO реле	2	0
10	15xAC120V	35x24VDC	2DIx24V	4DOx24V	2	1
11	30x24VDC	45x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	1	2
12	24xAC120V	15x24VDC	6DIx24V	2DO реле	2	2
13	30x24VDC	20x24VDC	2DIx24V	4DOx24V	2	0
14	30x24VDC	30x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	2	1
15	20xAC120V	35x24VDC	6DIx24V	2DO реле	1	2
16	30x24VDC	45x24VDC	2DIx24V	4DOx24V	2	2
17	30x24VDC	15x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	2	0
18	30x24VDC	20x24VDC	6DIx24V	2DO реле	0	2
19	30x24VDC	30x24VDC	2DIx24V	4DOx24V	2	1
20	35xAC120V	35x24VDC	4DIx120V	6DOx24V	1	2
21	30x24VDC	15x24VDC	6DIx24V	2DO реле	2	2
22	30x24VDC	20x24VDC	8DIx24V	4DOx24V	2	0

## ПРАКТИЧНА РОБОТА 9 КОНФІГУРУВАННЯ ВІДОМИХ PROFIBUS DP, PROFINET- ПРИСТРОЇВ SINAMICS120 У ППЗ SIZER

*Мета роботи:* набути вміння та засвоїти методику конфігурування відомих PROFIBUS DP, PROFINET- пристроїв багатозв'язного електроприводу SINAMICS120 У ППЗ SIZER

### 9.1 Розробка компонування приводної системи верстата

Нехай у завданні на проектування визначені наступні характеристики приводної системи верстата:

1. Привод головного руху – потужність 25 кВт, номінальна частота обертання 1000 об/хв.
2. Приводи подач – 2 осі (X і Z), номінальний крутний момент 18 Нм, частота обертання 1500 об/хв ( по кожному приводу).
3. Пристрій керування – система ЧПУ Sinumerik 840Dsl із процесором NCU 710-2.
4. Панель оператора – OP 012 з PCU50.3.
5. Клавіатура PC – KB 310C.
6. Верстатний пульт – MCP 310C.
7. Блок живлення SITOP (24 В).

Запускаємо SIZER. Відкривається вікно програми з повідомленням, у якому вказується, що Siemens не відповідає за коректність і комплектність конфігурації, тобто відповідальність за це лежить на користувачі. Закриваємо це повідомлення й тиснемо на кнопку в лівому верхньому куті «New project».

Відкривається вікно New project (див. рис. 9.1), у якому вводимо ім'я проекту, наприклад, «Приводна система верстата».

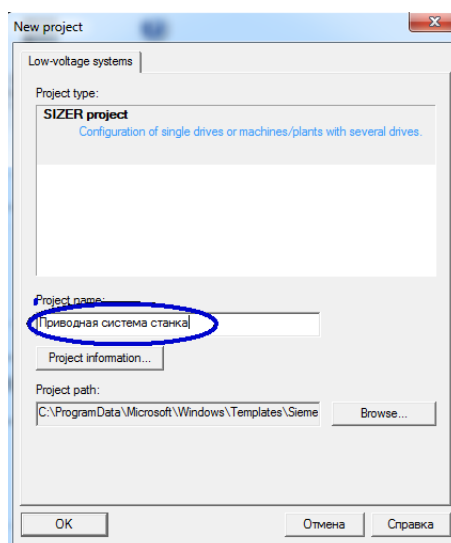


Рисунок 9.1 – Загальний вигляд вікна New project

Закриваємо це вікно кнопкою «ОК». Автоматично відкривається вкладка *Drive systems* (див. рис. 9.2) з іменем проекту й деревом завдань. Над деревом проекту перебуває меню *Partial view* для вибору виду вистави проекту.

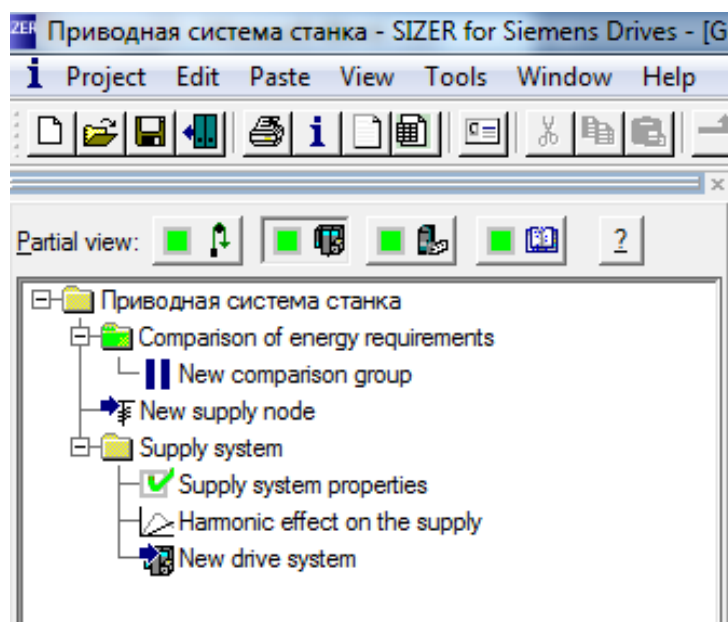


Рисунок 9.2 - Вкладка *Drive systems*

Кнопки цього меню дозволяють перемикатися між наступними вкладками:

- Mechanical Systems – механічна система;
- *Drive systems* – приводна система;
- *Open-Loop/Closed-Loop Control / 24 V / Cabinet Module* – вибір і настроювання засобів керування;
- *Additional components* – вибір додаткових компонентів.
- Враховуючи те, що в завданні проектування приводної системи розробка механічних вузлів не передбачається, то залишаємося на вкладці *Drive systems*.
- Дерево проекту на цій вкладці містить два розділи:
- *Comparison of energy requirements* – порівняння різних архітектур приводних систем (просто пропускаємо цей розділ).
- *Supply system* – система живлення.
- Якщо подвійним клацанням миші відкрити *Supply system properties*, то можна побачити, що за замовчуванням призначена трифазна система живлення змінного струму напругою 400В частотою 50 Гц. Погоджуємося із цим варіантом.

Далі переходимо до *Harmonic effect on the supply*. При подвійнім клацанні лівою кнопкою відкривається вікно, у якому повідомляється, що для ряду систем, у тому числі й SINAMICS S120 гармонійний аналіз не проводиться, можливе тільки настроювання приводної системи.

Закриваємо це вікно кнопкою ОК.

І, нарешті, переходимо до процесу компонування приводної системи. Двічі клацаємо лівою кнопкою по завданню *New drive system*. Відкривається вікно *Add drive system*, фрагмент якого показано на рисунку 9.3. Спочатку потрібно вибрати тип приводної системи – *Single drives* (одноосьовий привод), *Multi-axis converter* (багатоосьовий привод) або *Motor starter* (нерегульований привод).

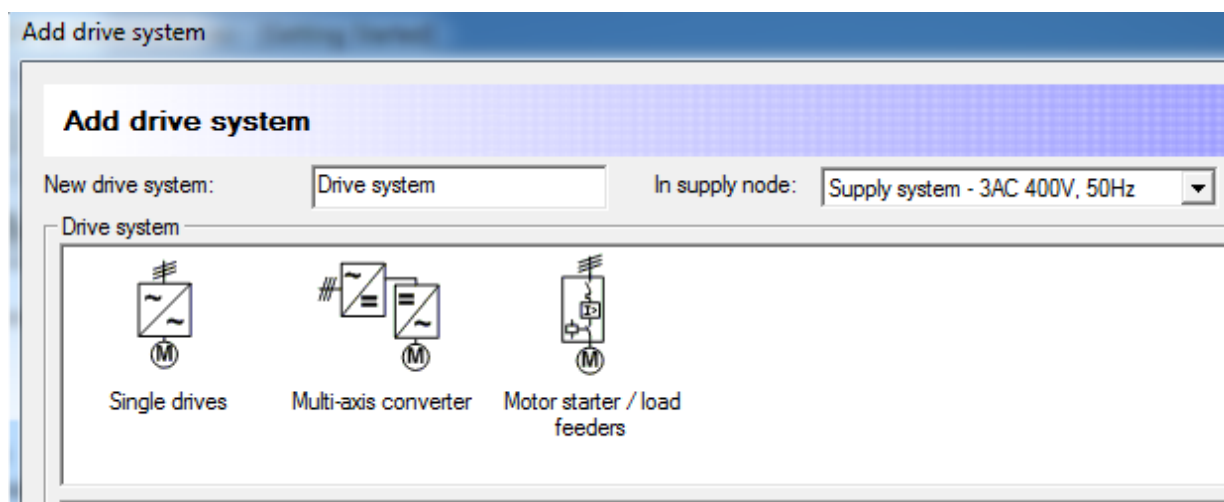


Рисунок 9.3 - Вікно *Add drive system*

Вибираємо багатоосьовий перетворювач (*Multi-axis converter*). При цьому праворуч від перетворювача стає доступним список для вибору версії компонування перетворювача. За замовчуванням показана версія *Built-in unit version* (інтегрований блок). Якщо відкрити список, то в ньому є можливість вибору *Version in Cabinet Modules i S120 Combi system version*.

Слід прийняти до уваги, що система *Cabinet Modules* з активним модулем живлення призначена для приводних систем від 132 кВт до 3500 кВт і виконується у форматі «шасі», а система *Combi* застосовується тільки в комбінації з перетворювачами типу *Smart*, тобто нерегульованими. Враховуючи те, що передбачається застосувати *регульований модуль* живлення, погоджуємося з версією *Built-in unit*, виділивши цей модуль, як показано на рисунку 9.4.

Далі переходимо до вибору модуля живлення. У якості модулів живлення перетворювача можуть використовуватися три модулі: *Basic Line Module* (без регулювання напруги проміжного контуру й без можливості рекуперації), *Smart Line Module* (без регулювання напруги проміжного контуру, але з можливістю рекуперації) і *Active Line Module* (з регулюванням напруги проміжного контуру й з можливістю рекуперації).

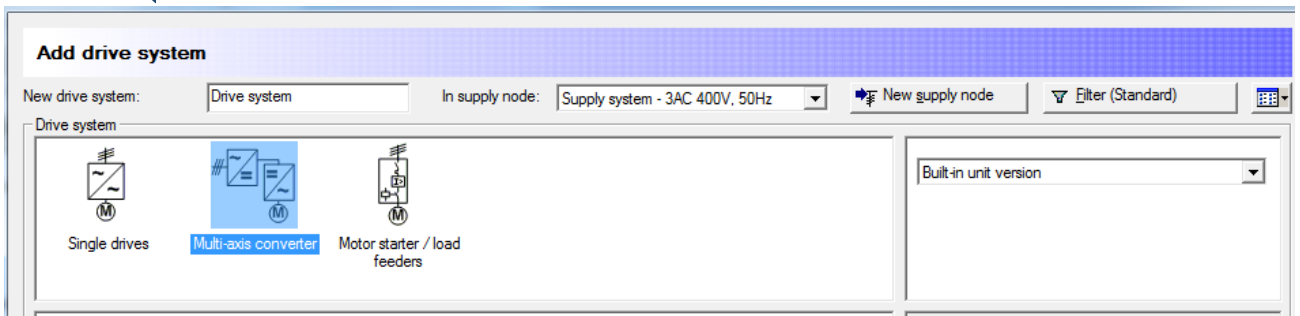


Рисунок 9.4 – Приклад вибору багатозв'язного електроприводу *Multi-axis converter*

Враховуючи високі вимоги до динаміки приводів верстата, вибираємо активний модуль живлення (рис. 9.5). При виборі модуля праворуч стає доступним список варіантів охолодження модуля живлення. За замовчуванням список відкритий на варіанті *internal cooling* (внутрішнє охолодження). Погоджуємося із цим варіантом, зважаючи на те, що встановлена потужність приводів буде порівняно невеликою (близько 30 кВт).

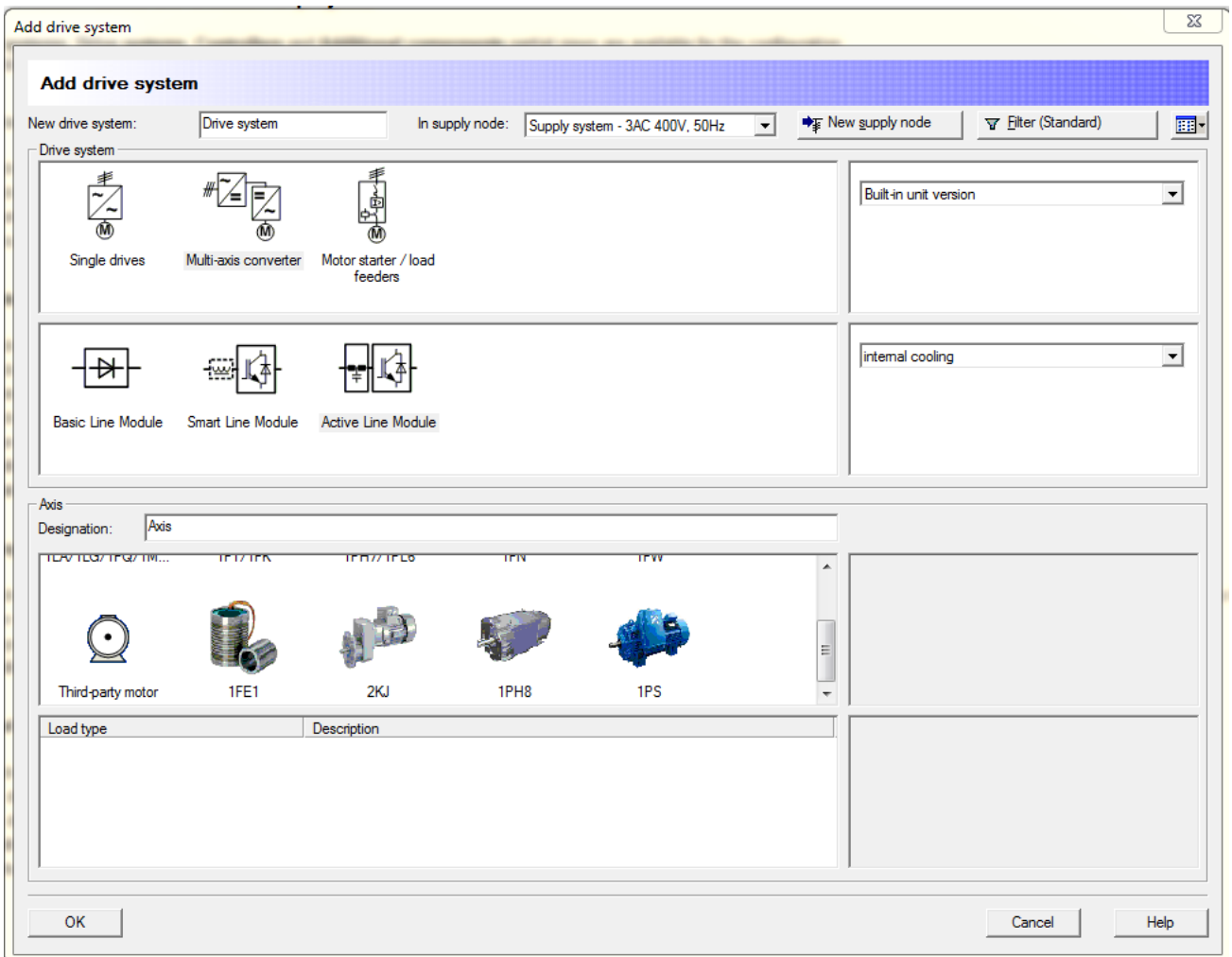


Рисунок 9.5 – Вікно вибору модулів живлення перетворювача

Далі в поле *Designation* (Позначення) вводимо назву першої осі – «Шпиндель» і вибираємо для цієї осі асинхронний двигун 1PH8. Праворуч від двигунів перебувають два списку, що розкриваються. Якщо розкрити верхній із цих двох списків, то можна побачити три варіанти режиму керування двигуном: *Servo*, *Vector* і *U/f control*. Вибираємо режим *Servo* і погоджуємося з тим, що інтегрованої функціональності привод не має (*No drive-based integrated functionality*). Після цих налаштувань вікно *Add drive system* здобуває вид, показаний на рисунку 9.6.

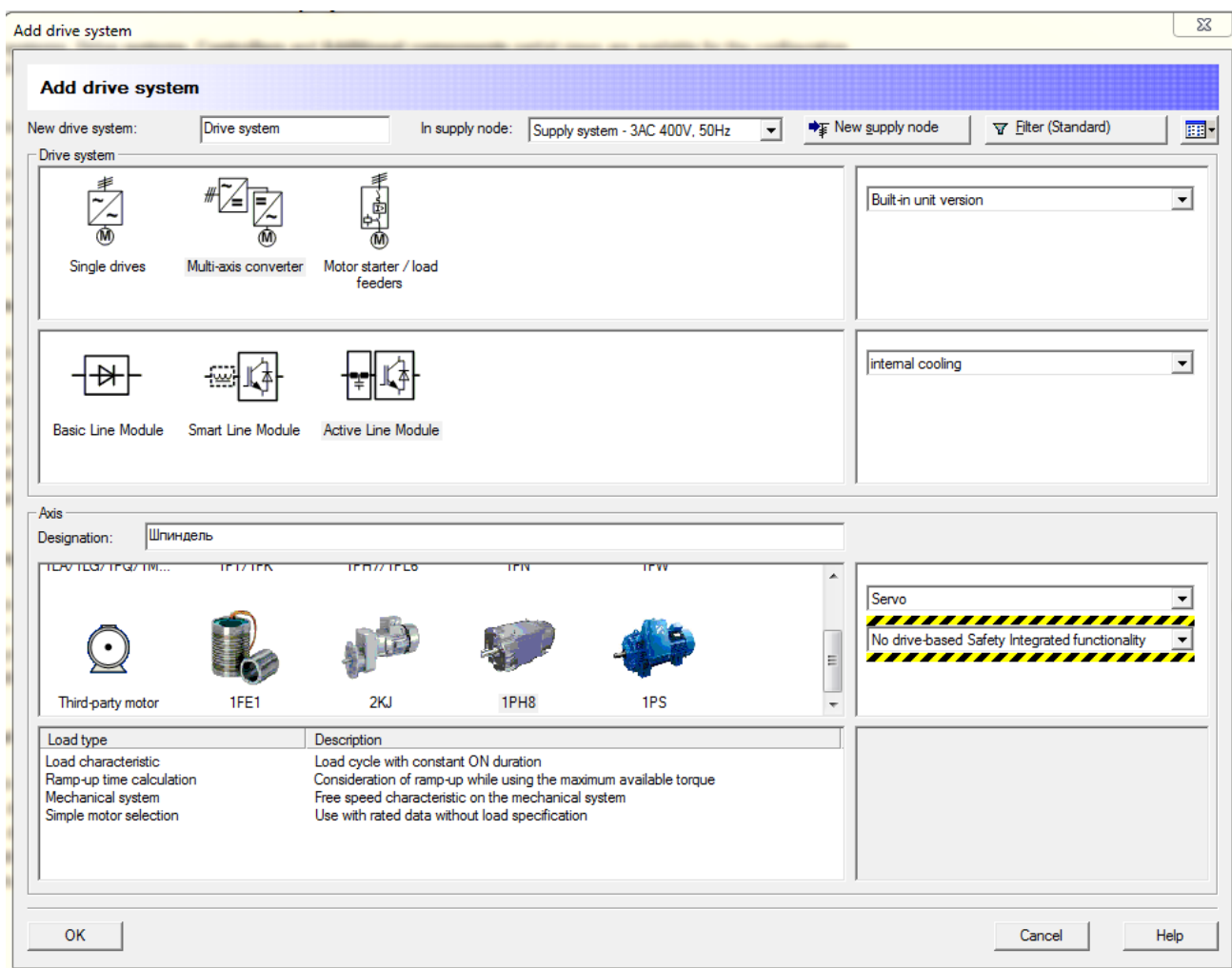


Рисунок 9.6 – Вікно вибору варіанту режиму керування двигуном

Слід прийняти до уваги, що програма відслідковує роботу з налаштуваннями, і якщо якесь налаштування не виконувалося, то при спробі закрити вікно програма видає повідомлення: *The selection is incomplete or the names are invalid*, тобто «вибір є неповним». Тому слід пройти по всіх рядках у стовпці *Description*, клацнувши двічі на кожному з них.

При успішній завершенні налаштувань закриваємо вікно кнопкою

«ОК». При цьому в дереві проекту додається підрозділ «Шпиндель», у яким компоненти *Motor*, *Motor Module* і *Output components* ще не визначені (не відзначені зеленими галочками). Після закриття вікна *Add drive system* у робочій області (*Workflow*) виводиться панель графічного інтерфейсу з іконками *Properties*, *Motor*, *Motor Module*, *Output components*, *Line Module* і *System components* для керування процесом проектування.

Етапи проектування зв'язані стрілками, причому виконаний етап позначається зеленою галочкою. На рисунку 9.7 зеленою галочкою відзначена іконка *Properties* (Властивості).

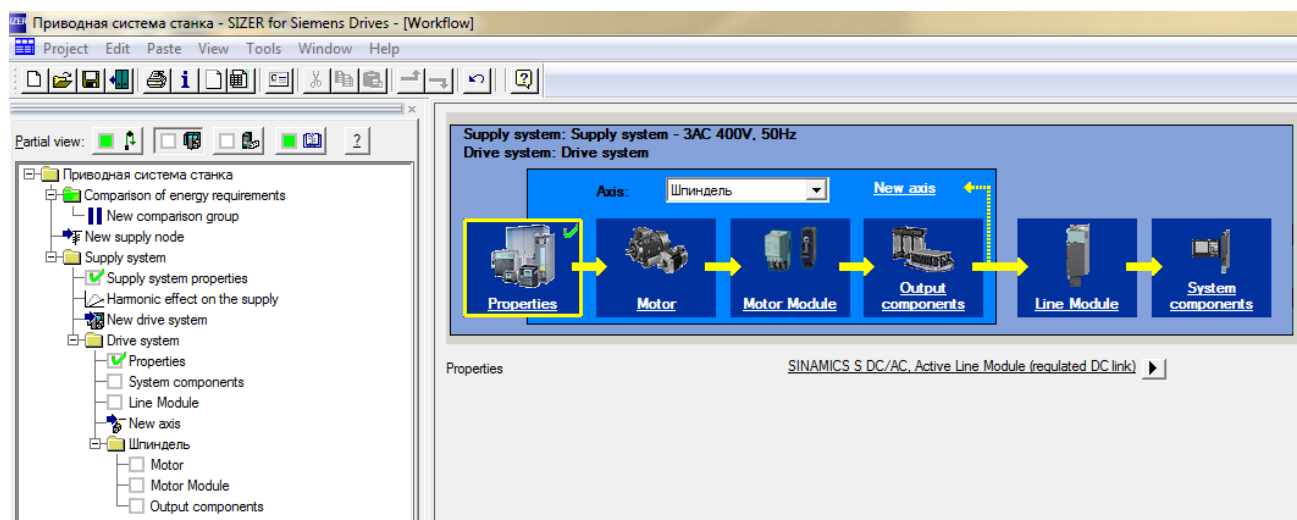


Рисунок 9.7 – Загальна панель графічного інтерфейсу вибору апаратної частини електроприводу

Продовжуємо компонувати приводну систему, додаючи в дерево проекту приводи подачі X і Z. Процедура для наступних приводів залишається тією ж, за винятком:

1. Перетворювач і модуль живлення не торкаємо, тому що вони загальні для всіх приводів.

2. У якості двигуна для приводів подачі використовуємо синхронні двигуни 1FT/1FK.

Двічі клацаємо по завданню *New axis*, знову відкривається вікно *Add drive system*, у якому записуємо *найменування осі X* у полі *Designation* і робимо вибір *типу двигуна*. Закінчивши налаштування для осі X, закриваємо вікно *Add drive system* кнопкою «ОК» і повторюємо всі процедури для осі Z. У результаті *дерево проекту* здобуває вид, показаний на рисунку 9.8.

Тепер можна переходити до конфігурування кожного приводу. Порядок роботи із приводами не має значення, однак вибір або призначення параметрів по кожному з них проводиться в строгій послідовності.

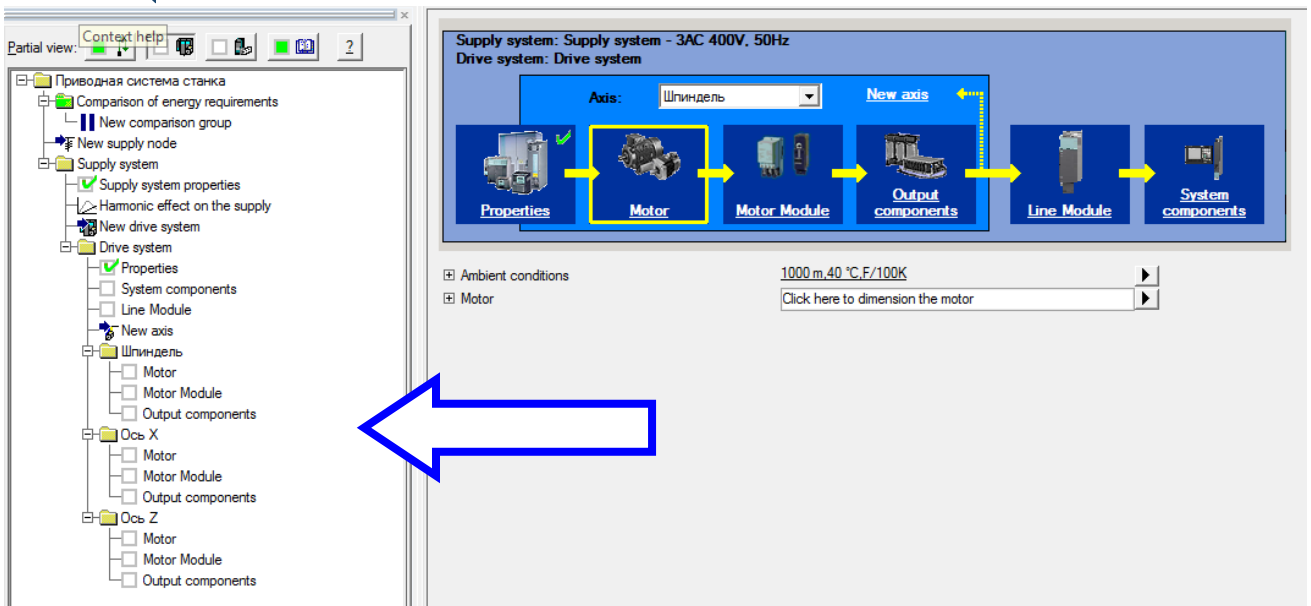


Рисунок 9.8 – Приклад побудови дерева проекту багатозв'язного електроприводу

## 9.2 Конфігурування привода головного руху

Для проектування привода головного руху клацаємо двічі по завданню *Motor* у розділі «Шпиндель» дерева проекту. Однак зручніше користуватися панеллю графічного інтерфейсу з іконками *Properties*, *Motor*, *Motor Module* і т.д. Для цього вибираємо в списку, що розкривається, вісь *Шпиндель* і переконуємося, що іконка з написом *Motor* має жовту рамку, як показано на рисунку 9.9.

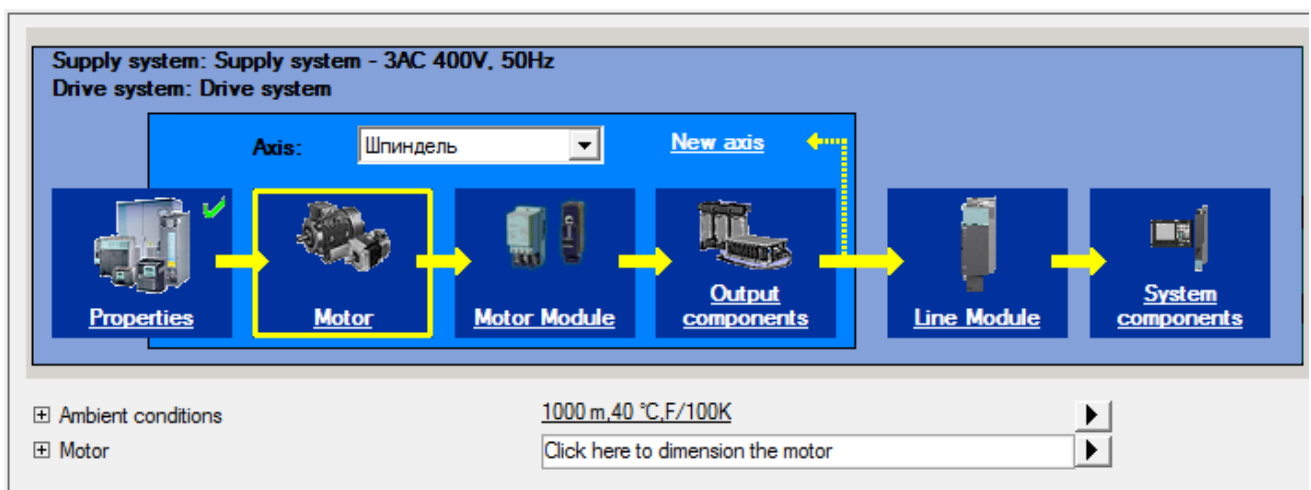


Рисунок 9.9 – Приклад вибору вікна *Motor* для визначення типу приводного двигуна

Під іконками графічного інтерфейсу розташовано два списки: *Ambient conditions* (Умови навколишнього середовища) і *Motor*

(Двигун).

Умови навколишнього середовища можна змінити. Для цього клацаємо по кнопці ► наприкінці рядка й у вікні, що відкрилося, вводимо свої параметри. Однак, установлені за замовчуванням умови можна прийняти.

У рядку Motor додержуємося вказівки Click here to dimension the motor (Натисніть тут, щоб вибрати потужність мотора) і клацаємо по кнопці ►. При цьому відкривається вікно Motor wizard 1PH8 Step 1, яке показано на рисунку 9.10, у якому потрібно пройти чотири кроки настроювань. На першому кроці Basic data 1 необхідно ввести базові дані.

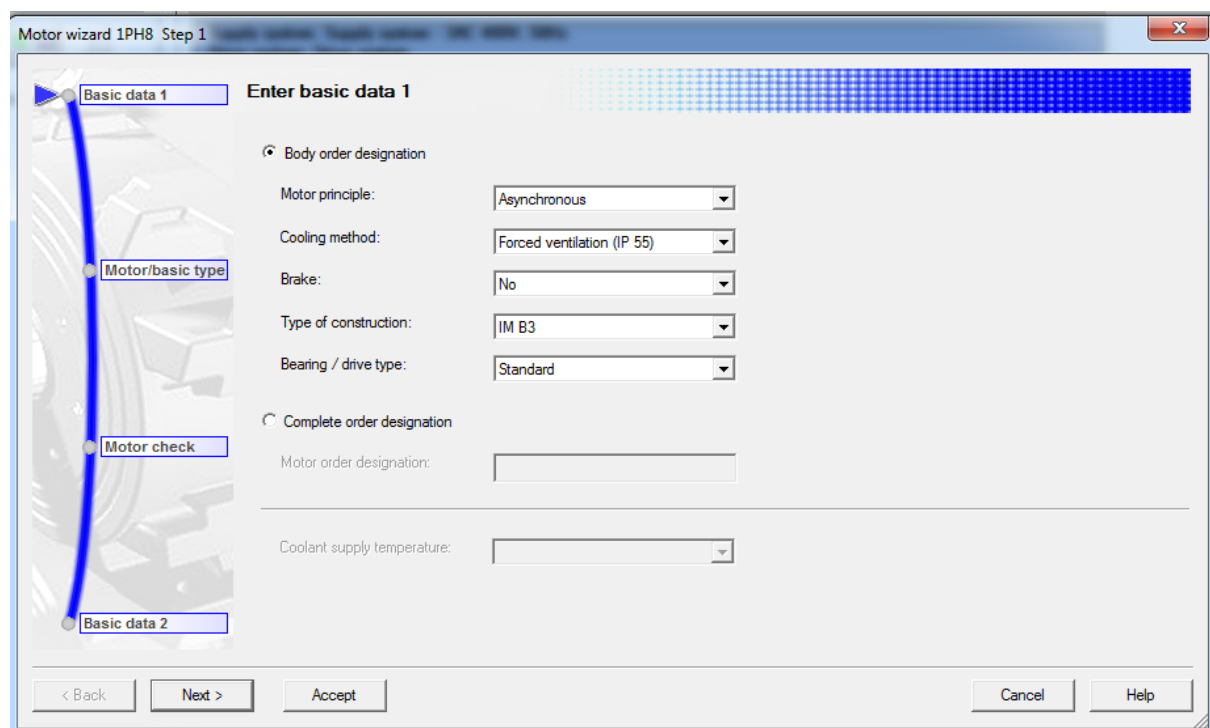


Рисунок 9.10 – Приклад першого кроку з вибору приводного двигуна

Насамперед, слід визначитися з методикою (порядком) вибору – чи то призначаємо параметри послідовно, тоді включаємо прапорець на Body order designation, чи то вказуємо конкретний замовлений номер, тоді включаємо прапорець на Complete order designation (Повна вказівка замовлення).

У наших умовах застосовуємо варіант послідовного вибору, тому включаємо кнопку на Body order designation.

Далі послідовно (зверху вниз) вибираємо: асинхронний двигун, охолодження примусовою вентиляцією (виконання IP55), без застосування гальма (Brake – No), застосовуємо конструкцію типу IM B3 (горизонтальна вісь обертання), застосовуємо підшипники (Bearing) стандартного типу.

Після цього натискаємо кнопку Next і переходимо до наступного

кроку – вибору конкретного типу двигуна. У вікні, показаному на рисунку 9.11, представлені дані двигунів потужністю від 3 кВт до 475 кВт.

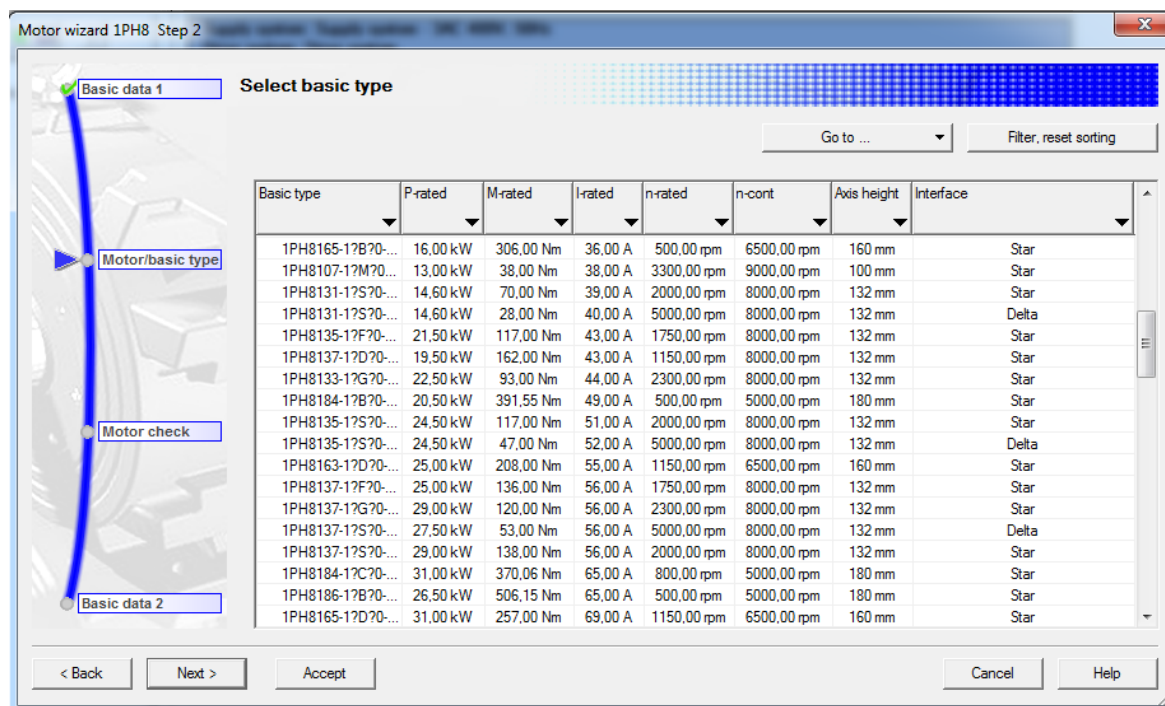


Рисунок 7.11 – Приклад другого кроку з вибору приводного двигуна

Щоб спростити процес вибору двигуна у великому списку, можна включити фільтри, які настраюються в списках стовпців.

Для цього в стовпці «P-rated» клацаємо по кнопці ▼ і для вибору двигуна потужністю 25 кВт у списку, що відкрився, призначаємо діапазон 10-110 кВт, а в стовпці «n-rated» для вибору двигуна зі швидкістю 1000 об/хв призначаємо діапазон 750-1500 об/хв. У результаті список типів двигунів скорочується до 13 позицій (рис. 9.12), з них тільки один тип задовольняє вимогам завдання найбільшою мірою – двигун 1PH8163 потужністю 25 кВт і номінальною швидкістю обертання 1150 об/хв.

Виділяємо обраний двигун і клацаємо по кнопці Next. Відкривається наступне вікно *Motor check*, показане на рисунку 9.13, у яким виводяться робочі характеристики двигуна.

Закриваємо вікно *Motor check* кнопкою Next і переходимо до останнього кроку – Basic data 2, вид вікна якого показано на рисунку 9.14.

У цьому вікні слід відкрити список *Motor encoder* і вказати чи буде двигун з датчиком або без датчика (*Without encoder*). Якщо двигун повинен бути з датчиком (для верстатних приводів датчик обов'язковий), то в списку вибираємо один з типів датчиків. Для того, щоб контролювати кут повороту ротора, слід застосовувати

інкрементальні датчики з додатковими C і D доріжками. Тому вибираємо: «Incremental encoder sin/cos 1 Vpp 2048 S/R with C, D track».

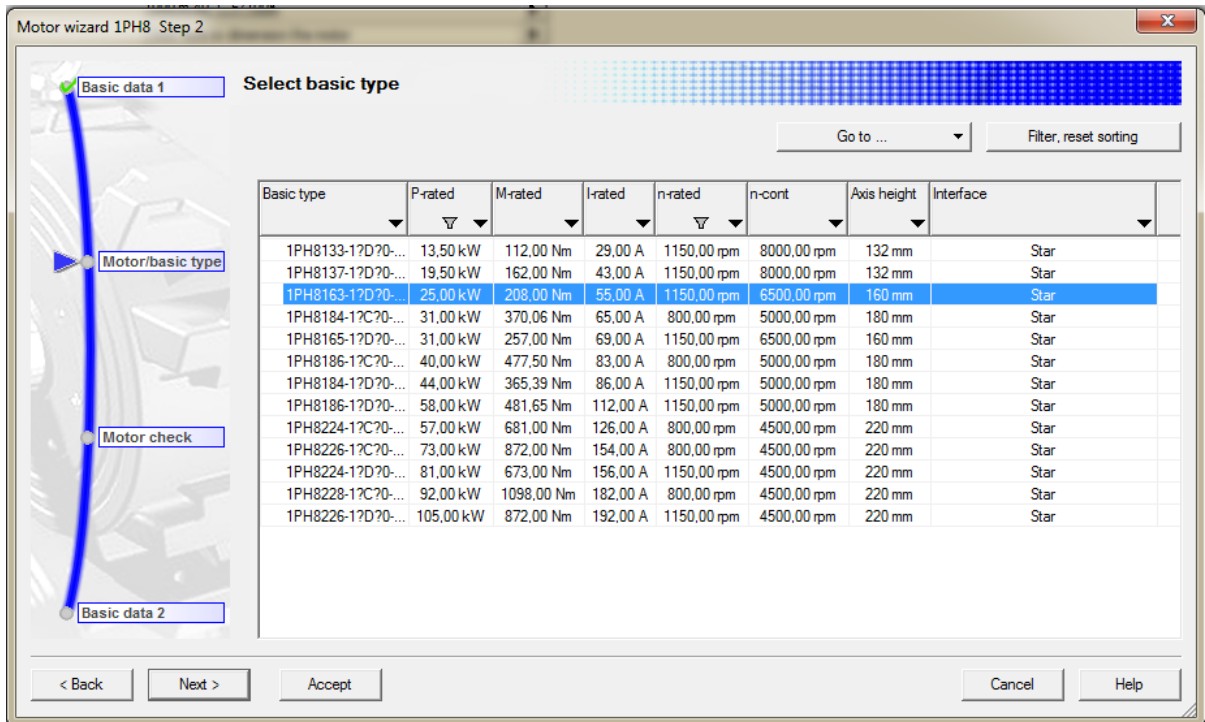


Рисунок 9.12 - Список типів двигунів завданого діапазону за потужністю

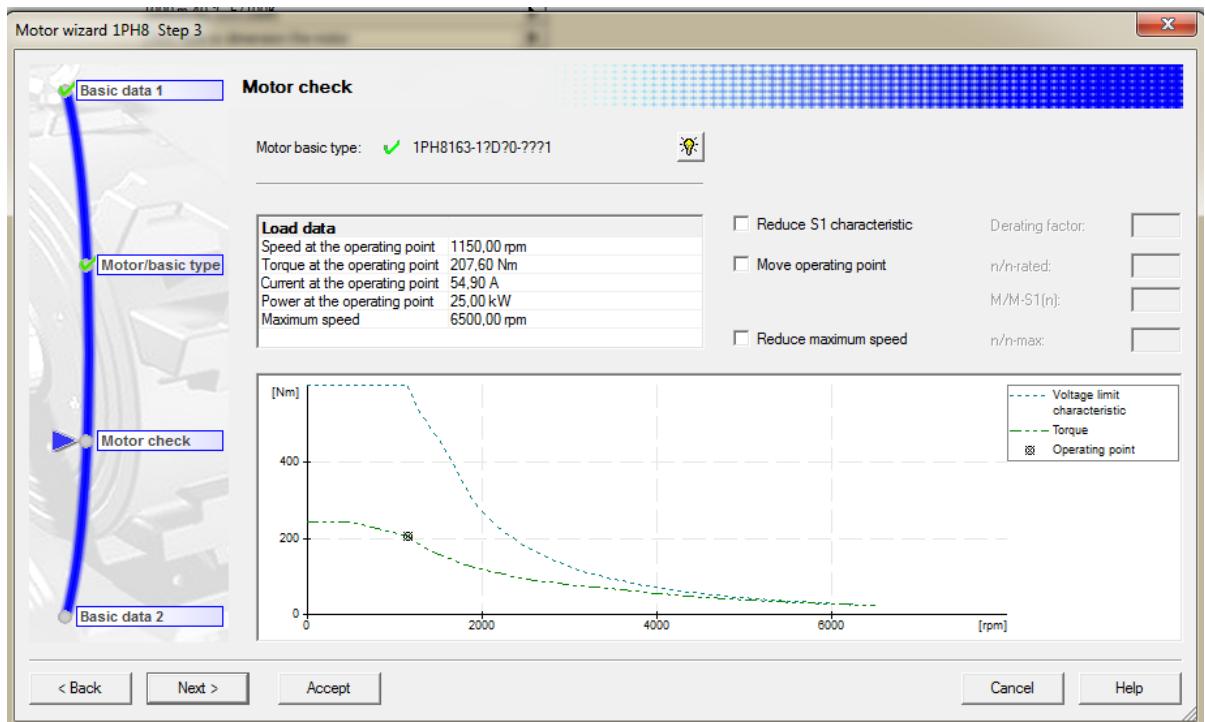


Рисунок 9.13 – Загальний вигляд вікна з робочими механічними характеристиками двигуна на третьому кроці

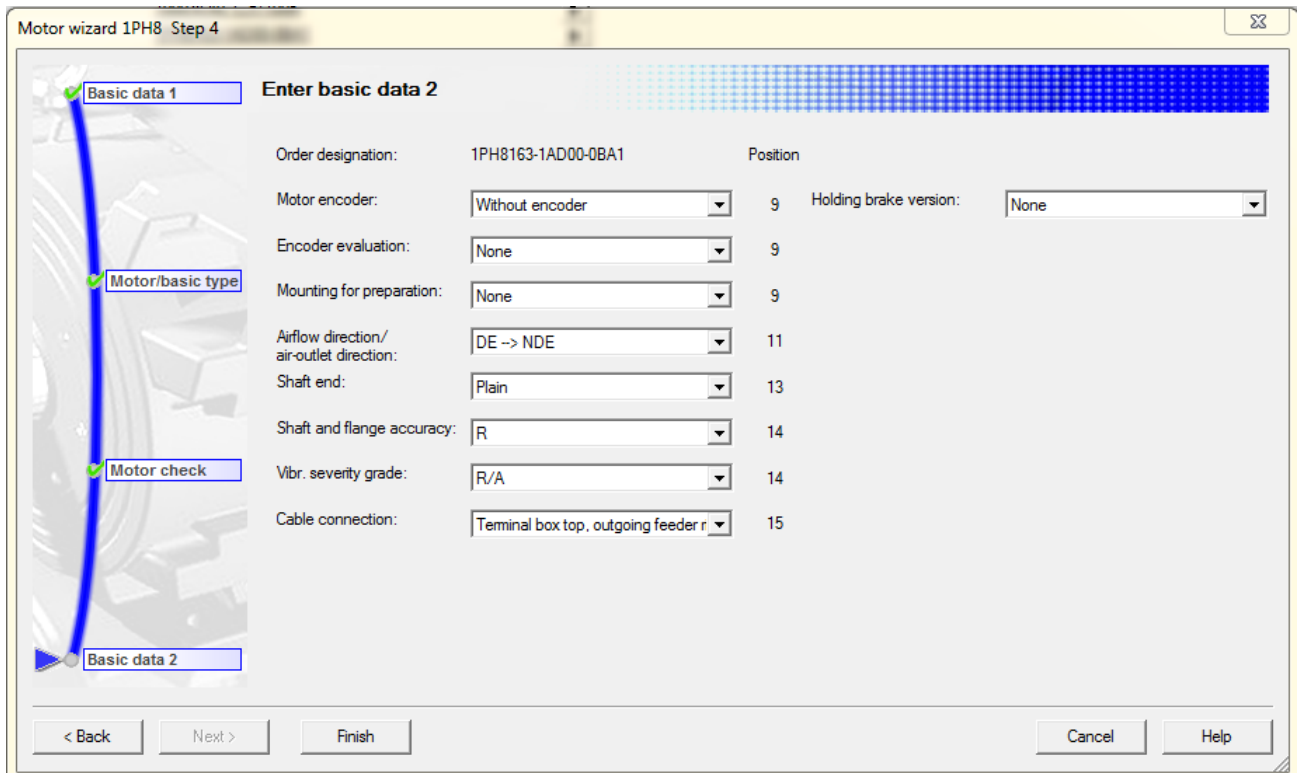


Рисунок 9.14 - Приклад вікна четвертого кроку з вибору приводного двигуна

У наступному рядку – *Encoder evaluation* (Обробка сигналів датчика) – програма пропонує єдиний розв'язок: установити зовнішній SMC модуль датчика для переходу від сигналів *sin/cos 1 Vpp* до інтерфейсу *DRIVE-CLIQ*.

У рядку *Mounting for preparation* (Кріплення) вибір відсутній.

У рядку *Airflow direction* (Напрямок потоку повітря) вибираємо варіант *DE→NDE*. Потік повітря стандартно спрямований від вала двигуна (*DE*) до задньої сторони двигуна (*NDE*) для відводу втрат тепла двигуна від верстата. Далі погоджуємося з усіма рекомендаціями, що стосуються кінця вала, фланця, рівня вібрацій і напрямку виводу кабелю.

Натискаємо кнопку *Finish* і переконуємося, що в графічному інтерфейсі *Workflow* на іконці *Motor* для осі Шпиндель з'явилася галочка завершення процедури.

Одночасно під графічним інтерфейсом додалися дві нові кнопки зі списками, що розкриваються, – *Ramp-up time calculation* (Розрахунки часу розгону) і *Options* (Опції). Перша кнопка відкриває вікно введення параметрів для розрахунків часу розгону двигуна, друга кнопка дозволяє вказати опції, тобто необов'язкові компоненти привода. Пропускаємо ці операції й тиснемо на іконку *Motor Module* осі Шпиндель.

В оновленому інтерфейсі (див. рис. 9.15) іконка *Motor Module*

забезпечується жовтою рамкою. Нижче розташовано два списки – *Ambient conditions* (Умови навколишнього середовища) і *Motor Module*. Клацаємо по кнопці ► у рядку *Motor Module*. Відкривається вікно для вибору модуля двигуна (див. рис. 9.16).

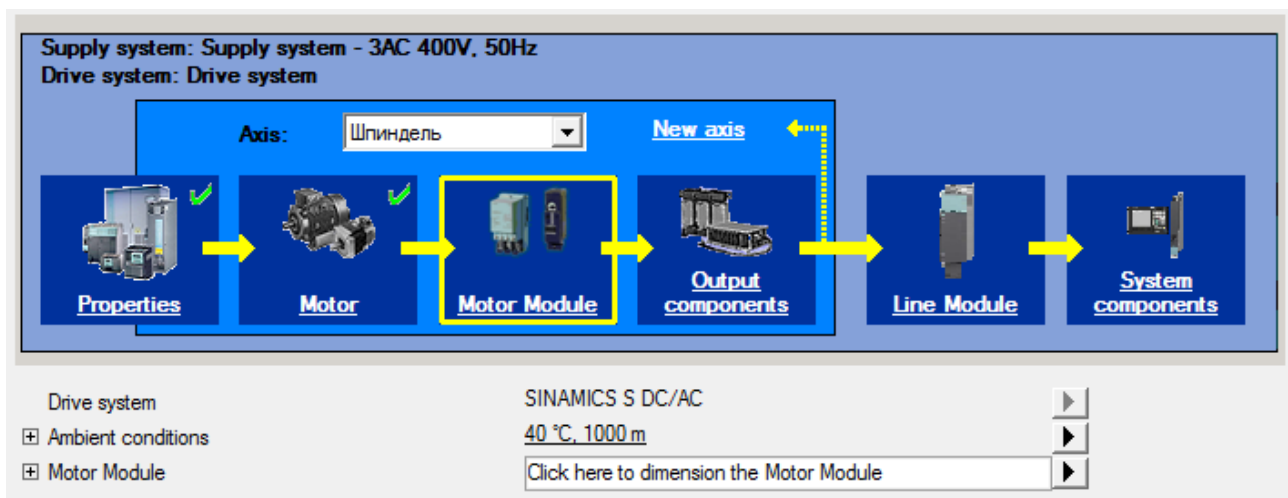


Рисунок 9.15 – Вибір Motor Module приводної системи

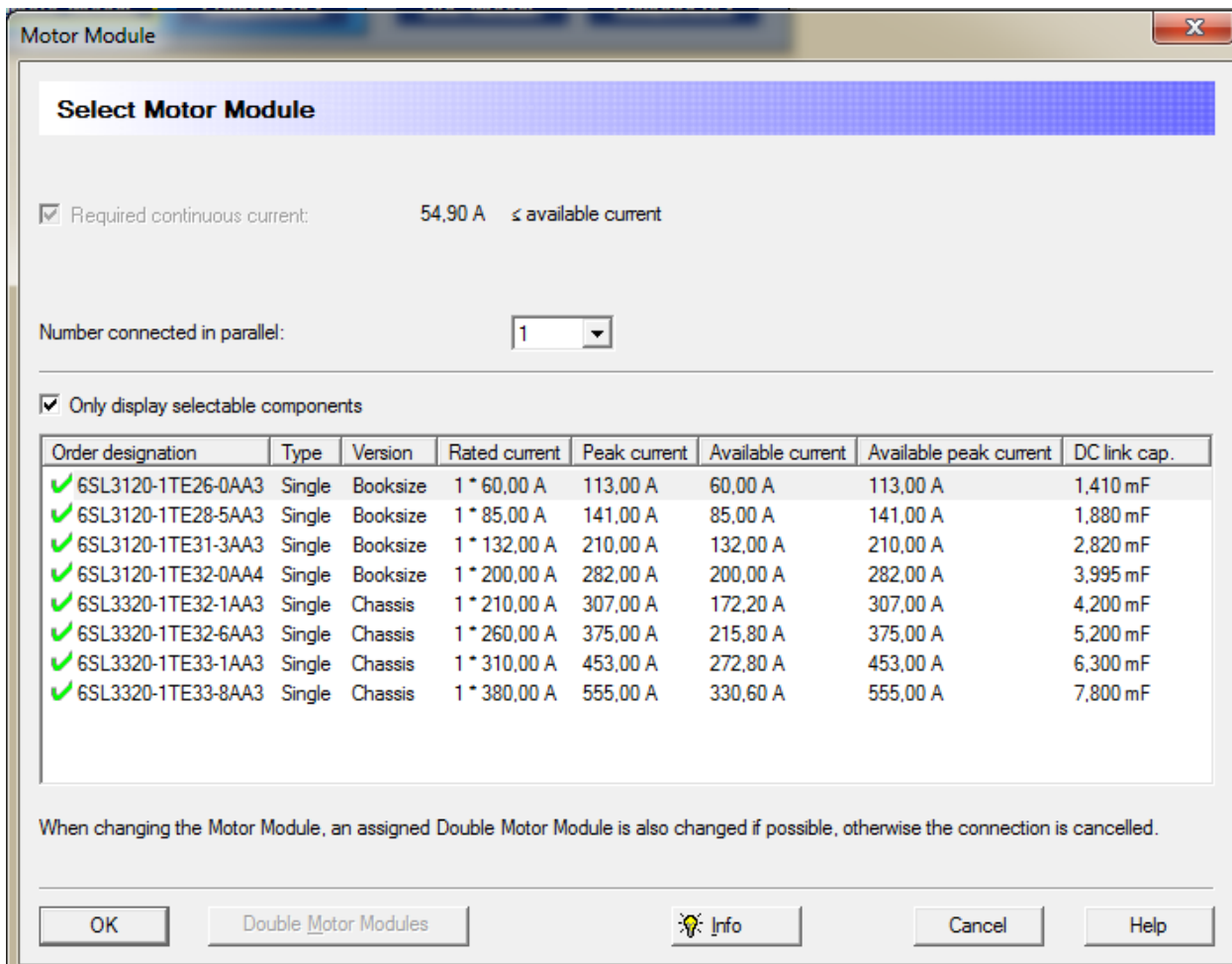


Рисунок 9.16 – Вікно но для вибору модуля двигуна

У вікні *Motor Module* виведений список припустимих по струму варіантів модулів двигунів, а сірим кольором підфарбований найбільш підходящий варіант. Вибираємо цей варіант і закриваємо вікно кнопкою ОК. При цьому в рядку *Motor Module* з'являється замовлений номер модуля, а нижче стає доступним новий рядок – *Accessories* (Аксесуари).

Враховуючи, що додаткових приналежностей не потрібно, переходимо до наступного етапу й клацаємо по іконці *Output components*.

На графічному інтерфейсі (див. рис. 9.17) іконка *Output components* здобуває жовту рамку (активна фаза), а завершені (попередні) етапи позначаються зеленими галочками, що означає «так; перевірене».

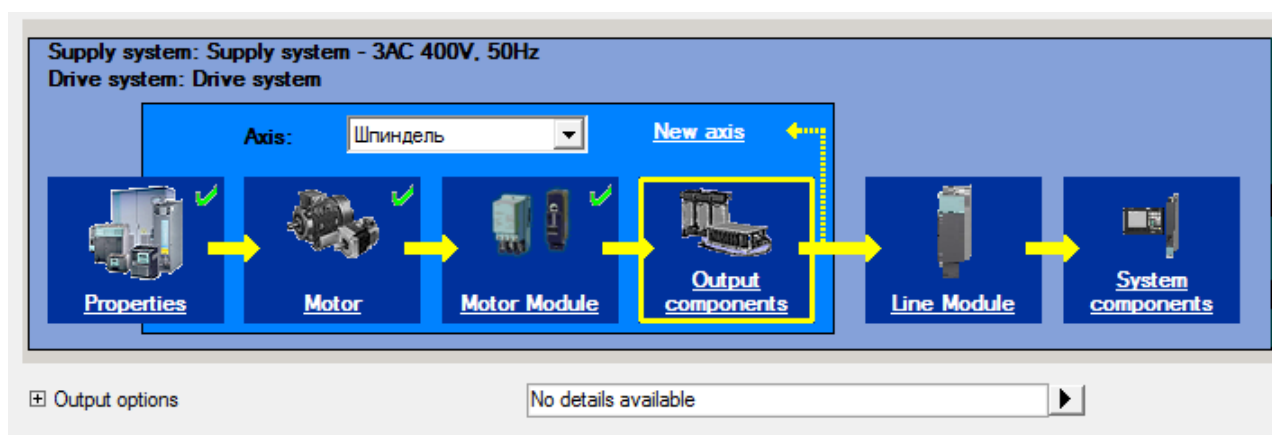


Рисунок 9.17 - Рисунок 9.15 – Вибір *Output components* приводної системи

У рядку *Output options* у текстовім полі написано: *No details available* (Немає доступних подробиць). Клацаємо по кнопці ►, відкривається вікно *Output options*, яке слід просто закрити через відсутність доступних операцій.

Однак після закриття вікна *Output options* під іконками стають доступні два нові списки (див. рис. 9.18) – *Supply cable* (Кабель живлення) і *Encoder evaluation* (Визначення енкодера).

Натискаємо кнопку ► на рядку *Supply cable*. При цьому відкривається однойменне вікно (див. рис. 9.19), у якому тип кабелю й перетин жил уже визначені. Залишається тільки ввести в поле введення стовпця *Length* (Довжина) необхідну довжину кабелю. Враховуючи, що конкретні дані по монтажу в нас відсутні, погоджуємося із запропонованою в програмі довжиною 10 м і закриваємо вікно.

Переходимо до рядка *Encoder evaluation* і натискаємо кнопку ►, при цьому відкривається однойменне вікно, фрагмент якого показано на рисунку 7.20.

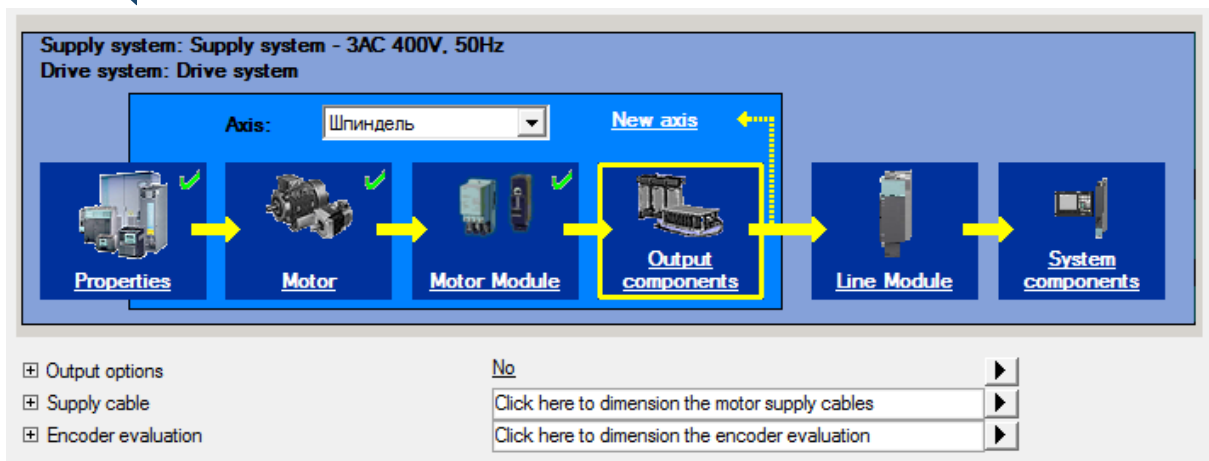


Рисунок 9.18 – Другий крок вибору Output components

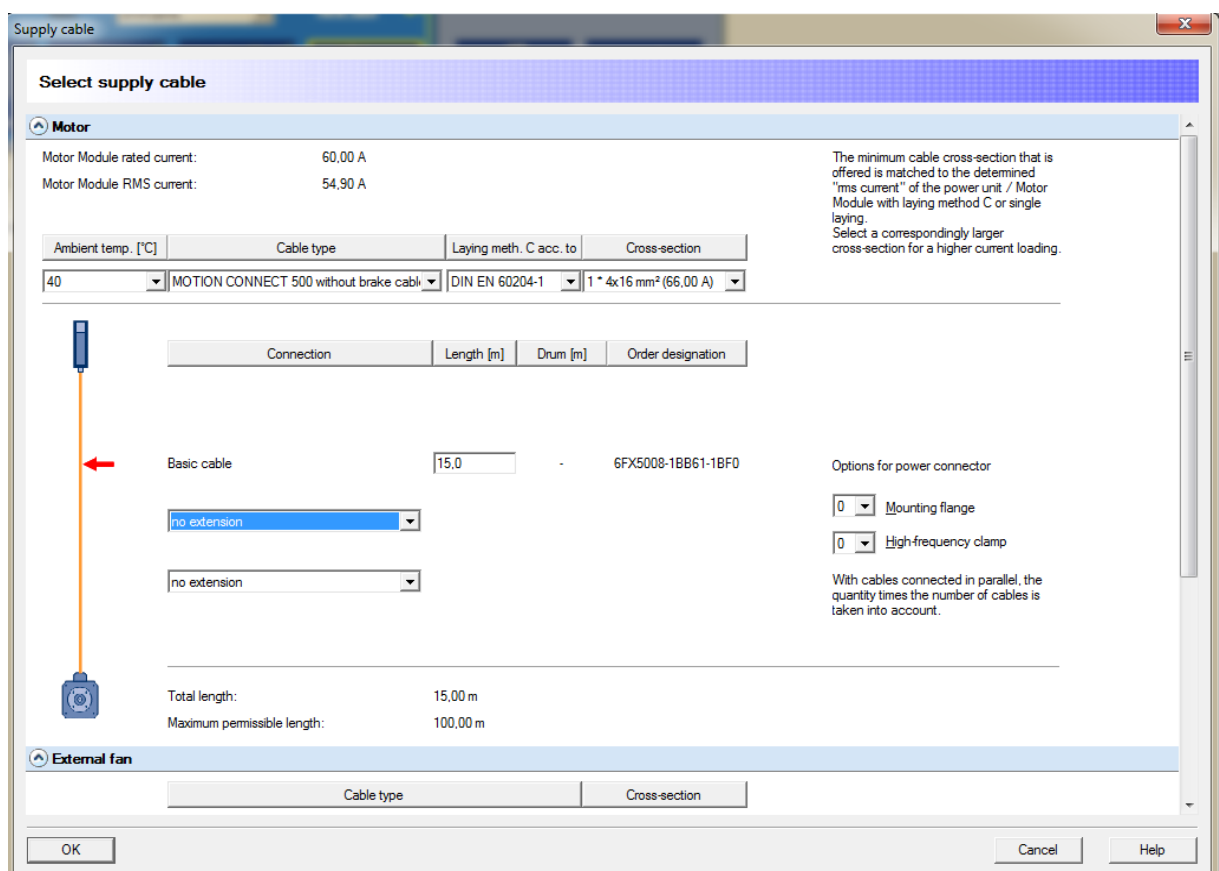


Рисунок 9.19 – Вікно вибору типу та довжини кабельних з'єднань

У цьому вікні вгорі відображається обраний раніше енкодер (вбудований у двигун), а внизу можна додати зовнішній енкодер для системи прямого контролю положення робочого органа (див. рис. 9.20). Вікно можна закрити кнопкою ОК як із призначенням кабелю для з'єднання енкодера з модулем керування, так і без призначення.

Закриваємо вікно Encoder evaluation, завершуючи тим самим проектування осі «Шпиндель».

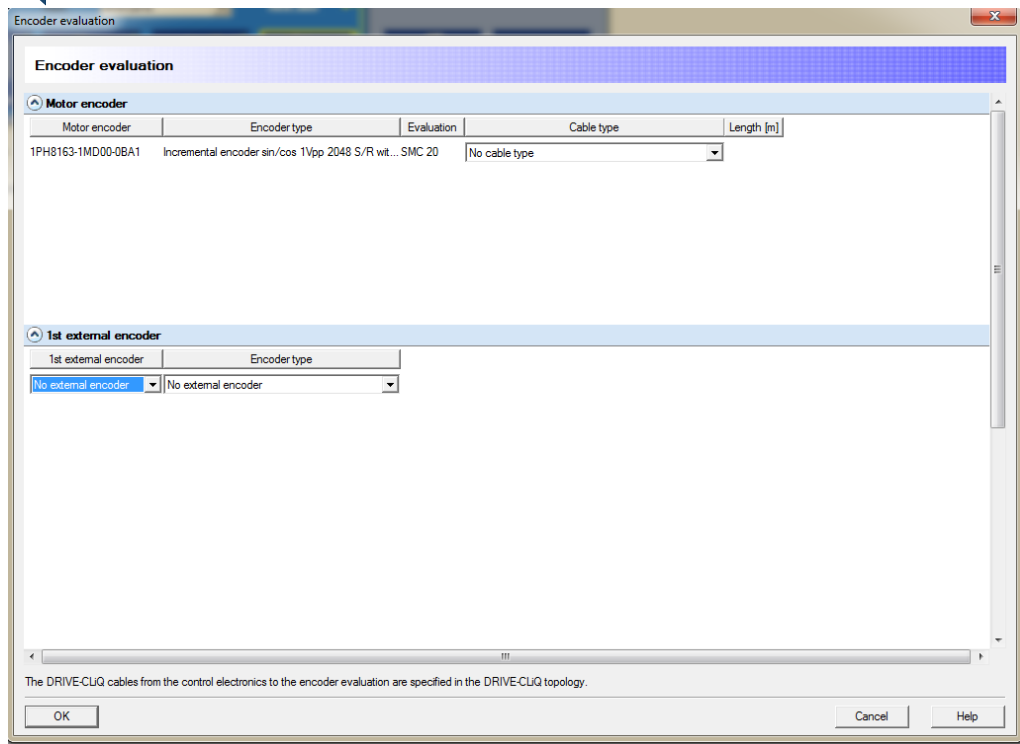


Рисунок 9.20 – Вікно завдання зовнішнього енкодера

Пунктирна лінія на графічному інтерфейсі (див. рис. 9.21) показує, що потрібно змінити вісь і повторити для нової осі етапи *Motor*, *Motor Module* та *Output components*. Тільки закінчивши конфігурування приводів усіх осей, можна буде переходити до проектування *Line Module* та *System components*.

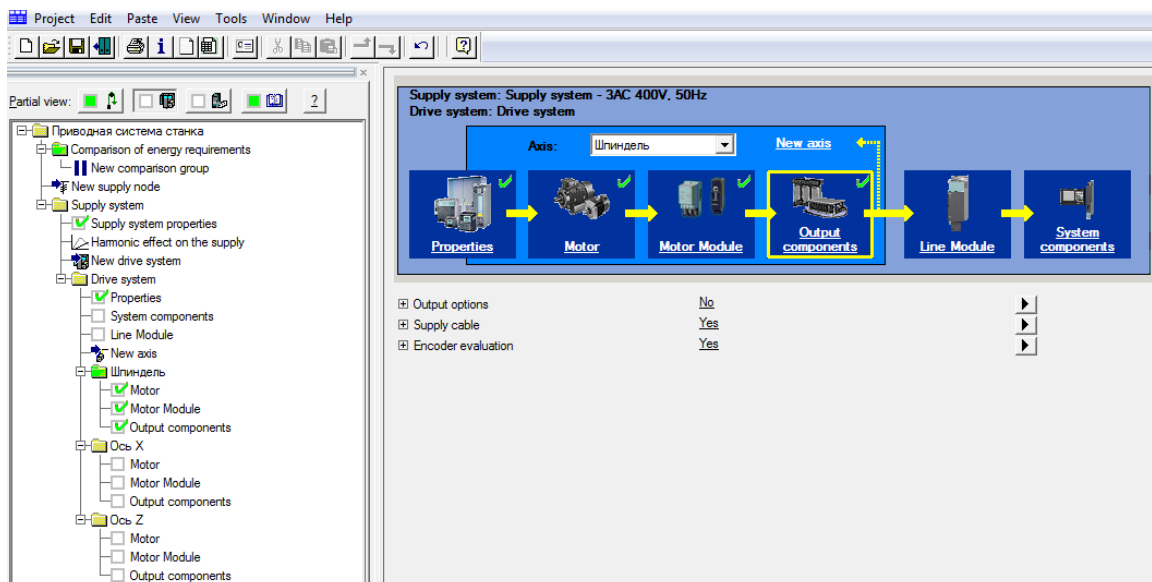


Рисунок 9.21 – Перехід до проектування інших електроприводів багатозв'язної мехатронної системи

### 9.3 Конфігурування приводів подач

Переходимо до проектування привода подачі осі X. Для цього в списку *Axis* вибираємо вісь X і клацаємо по іконці *Motor*. У результаті з'являються два списки – *Ambient conditions* (Умови навколишнього середовища) і *Motor* (Двигун), як показано на рисунку 9.22.

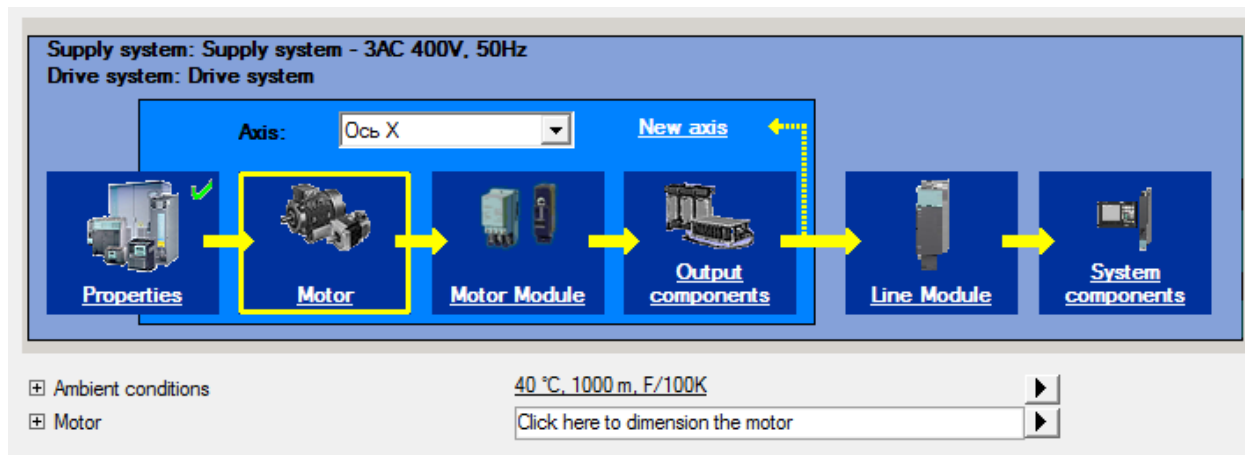


Рисунок 9.22 – Вікно вибору приводного двигуна для приводу осі X

Умови навколишнього середовища залишаємо без зміни.

У рядку *Motor* додержуємося вказівки *Click here to dimension the motor* (Натисніть тут, щоб вибрати потужність мотора) і клацаємо по кнопці ►. При цьому відкривається вікно *Motor wizard 1FT/1FK Step 1*, показане на рисунку 9.23, у якому необхідно пройти п'ять кроків налаштувань.

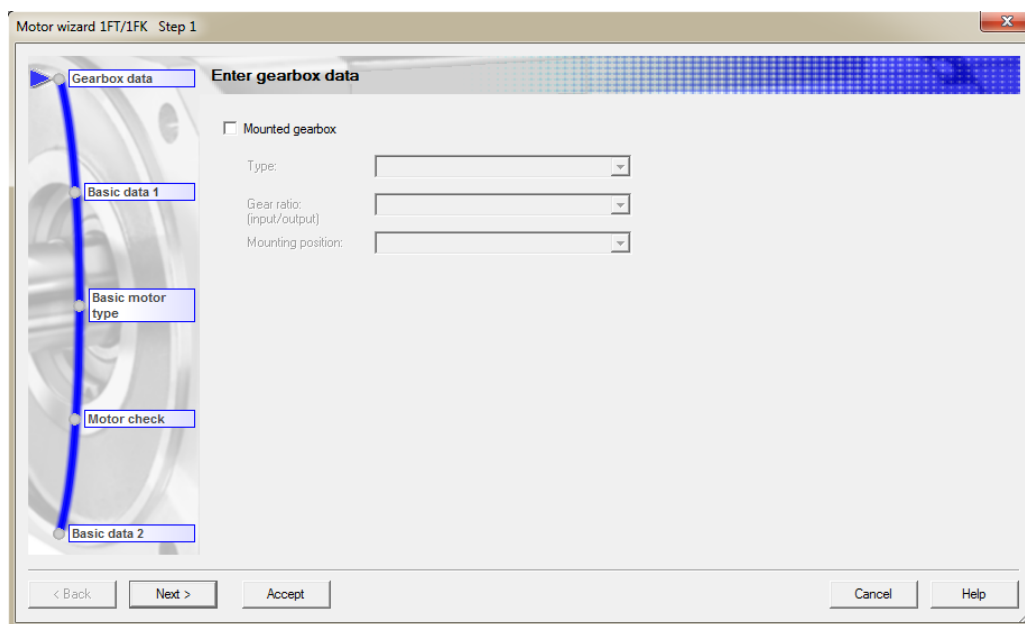


Рисунок 9.23 – Загальний вигляд вікна вікно *Motor wizard 1FT/1FK Step 1*

На першому кроці необхідно ввести базові дані по редуктору (Gearbox data), якщо він повинен бути скомпонований із двигуном. Як приклад на рисунку 9.24 показаний загальний вид двигуна 1FT6 із прибудованим планетарним редуктором типу SP+.



Рисунок 9.24 – Загальний вид двигуна 1FT6 із прибудованим планетарним редуктором типу SP+

Враховуючи те, що застосування двигуна з редуктором не передбачене, пропускаємо цей крок і, натиснувши кнопку *Next*, переходимо до наступного кроку – *Basic data 1*, інтерфейс якого представлено на рисунку 9.25.

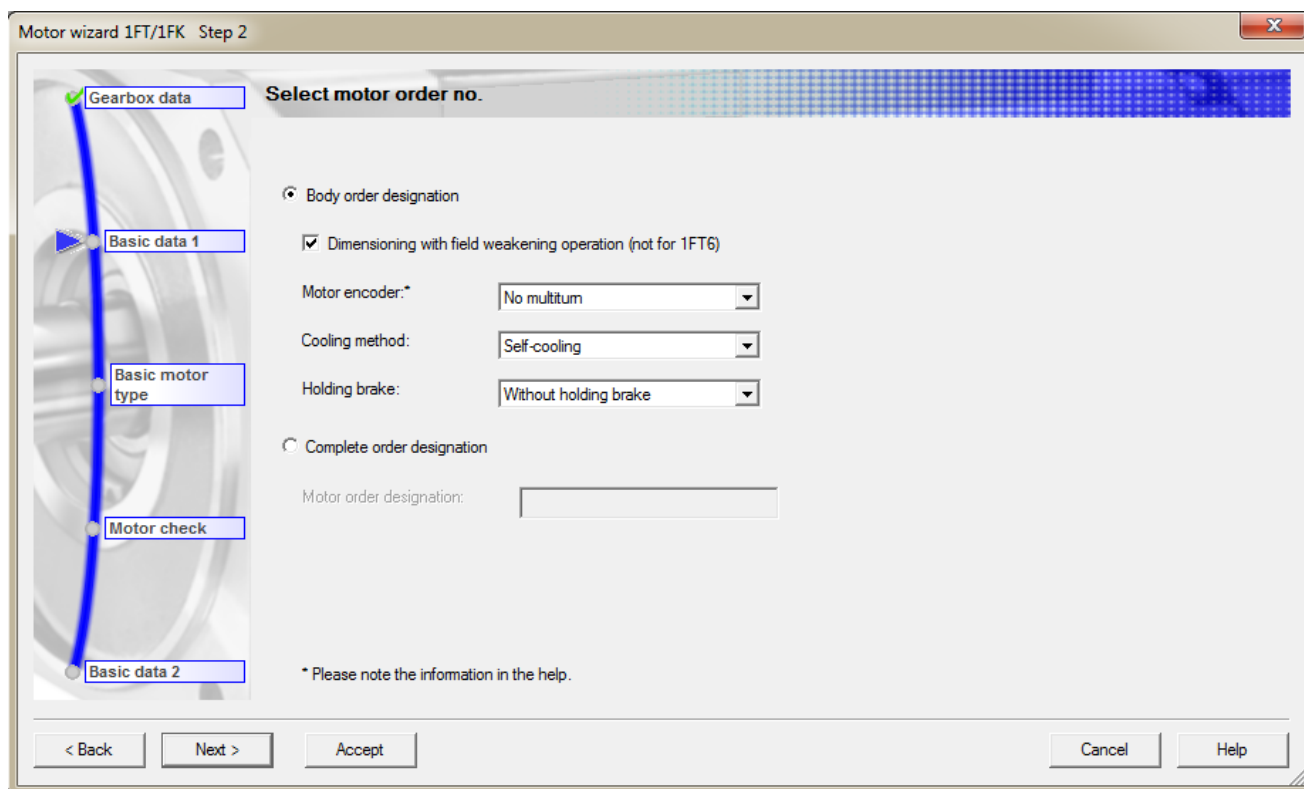


Рисунок 9.25 – Інтерфейс наступного кроку – *Basic data 1*

На цьому кроці слід включити кнопку *Body order designation* (Послідовне конфігурування привода), а також зняти прапорець на рядку «*Dimensioning with field weakening operation*» (Установка параметрів з урахуванням режиму ослаблення поля). Якщо прапорець не зняти, то обумовлена в програмі потужність двигуна для роботи в умовах ослаблення поля буде значно вище. Далі відмовляємося від багатооборотного енкодера (*No multiturn*) у двигуні, вибираємо спосіб охолодження – *self cooling* (самоохолодження) і, нарешті, відмовляємося від стояночного гальма (*without holding brake*).

Натиснувши кнопку *Next*, переходимо до кроку 3 – *Basic motor type*, інтерфейс якого показано на рисунку 9.26. Тут показаний результат вибору двигуна, отриманий при настроюванні фільтрів «*M-rated*» на діапазон 10-25 Нм (завдання  $M=18$  Нм) і «*n-rated*» на 1500 об/хв (завдання  $n=1500$  об/хв). При цьому отриманий єдиний результат. Відзначаємо його клацанням лівої кнопки й тиснемо *Next* для переходу до наступного кроку *Motor check*.

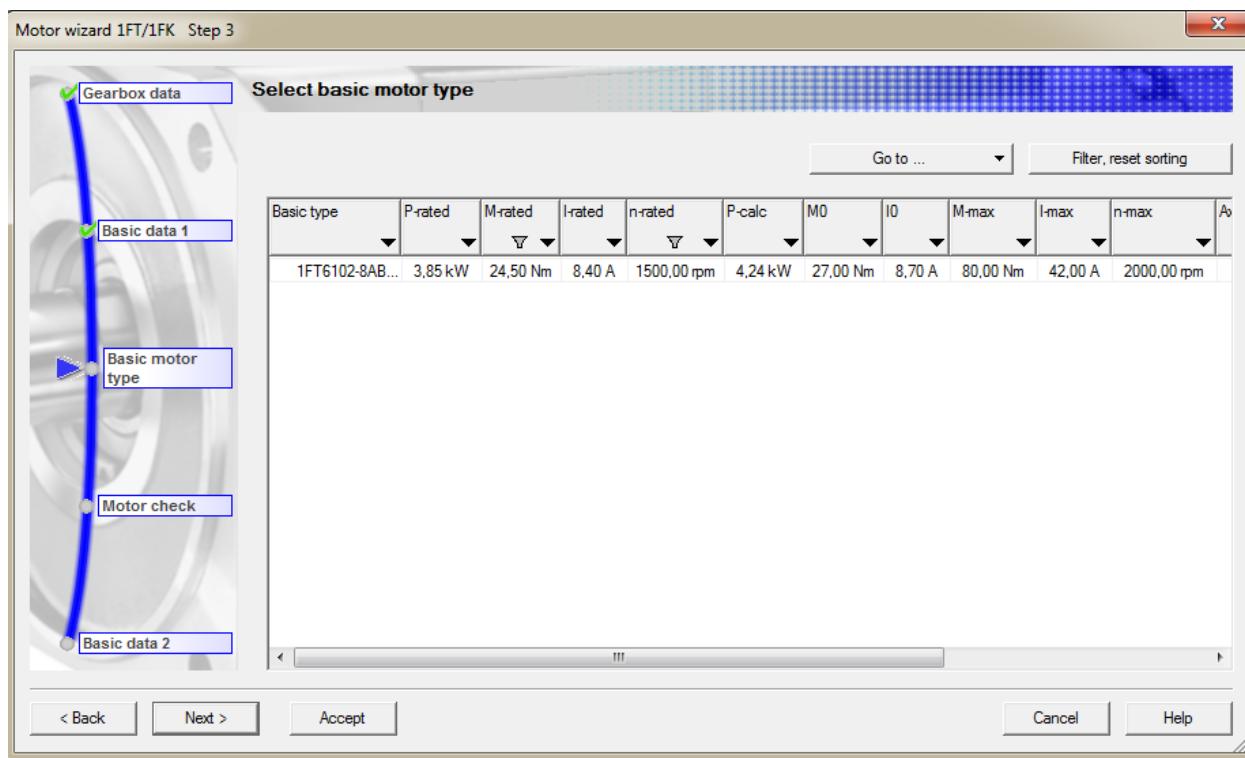


Рисунок 9.26 – Інтерфейс вікна кроку 3 – *Basic motor type*

У вікні *Motor check* (див. рис. 9.27) представлені результати розрахунків робочих характеристик на номінальній швидкості. Вони свідчать про те, що в обраного двигуна крутний момент на номінальній швидкості перевищує задане значення, а значить задовольняє вимогам.

Приймаємо це до відома й переходимо до останнього кроку *Basic data 2*. На рисунку 9.28 показаний вид вікна *Basic data 2*.

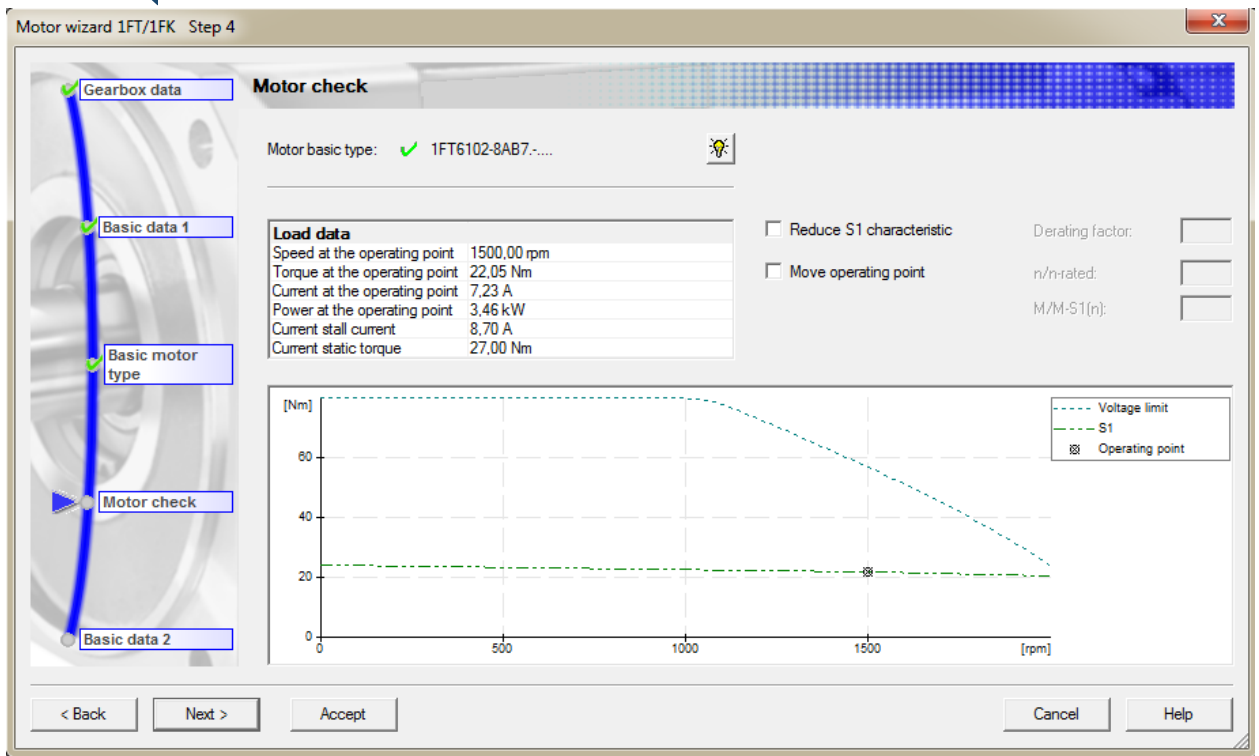


Рисунок 9.27 – Загальний вигляд вікна з механічними робочими характеристиками обраного двигуна

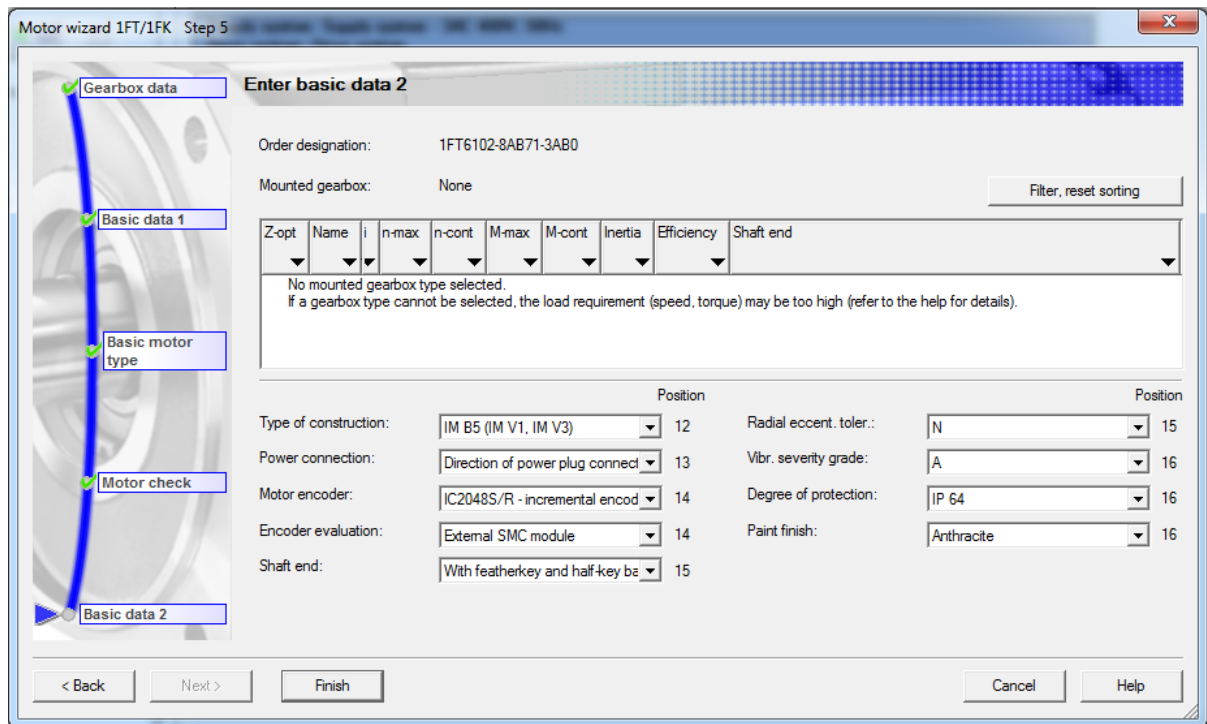


Рисунок 9.28 – Останній крок Basic data 2 вибору приводного двигуна

Прийнявши до уваги, що двигун не має вбудованого редуктора, приходимо до висновку, що верхня частина цього вікна не несе ніякої інформації.

Починаючи з позиції 12 послідовно призначимо найбільш важливі дані. У позиції 12 тип конструкції визначається розташуванням вала. Якщо після IM стоїть буква B, то це горизонтальне розташування вала двигуна, якщо буква V, то вал розташований вертикально. Ухвалюємо горизонтальне розташування й у позиції 12 встановлюємо IM B5.

Далі приймаємо вказаний напрямок виходу силового кабелю в позиції 13. У позиції 14 для обраного двигуна 1FT6 вибираємо інкрементальний енкодер з доріжками C і D без інтерфейсу DRIVE-CLIQ. У позиції 15 погоджуємося із застосуванням зовнішнього SMC модуля для сполучення енкодера з DRIVE-CLIQ інтерфейсом. У наступних позиціях слід погодитися з усіма пропозиціями й закінчити роботу із двигуном, натиснувши кнопку *Finish*.

Після закриття вікна *Motor wizard* на іконці *Motor* осі X з'являється зелена галочка, що свідчить про успішне закінчення цієї фази.

Клацаємо по іконці *Motor Module*, а потім на рядку *Motor Module* по кнопці ►. У вікні, що відкрилося, яке показано на рисунку 9.29, виведений список модулів, які задовольняють вимогам по навантаженню, при цьому перший модуль у списку підфарбований сірим кольором, як найбільш підходящий.

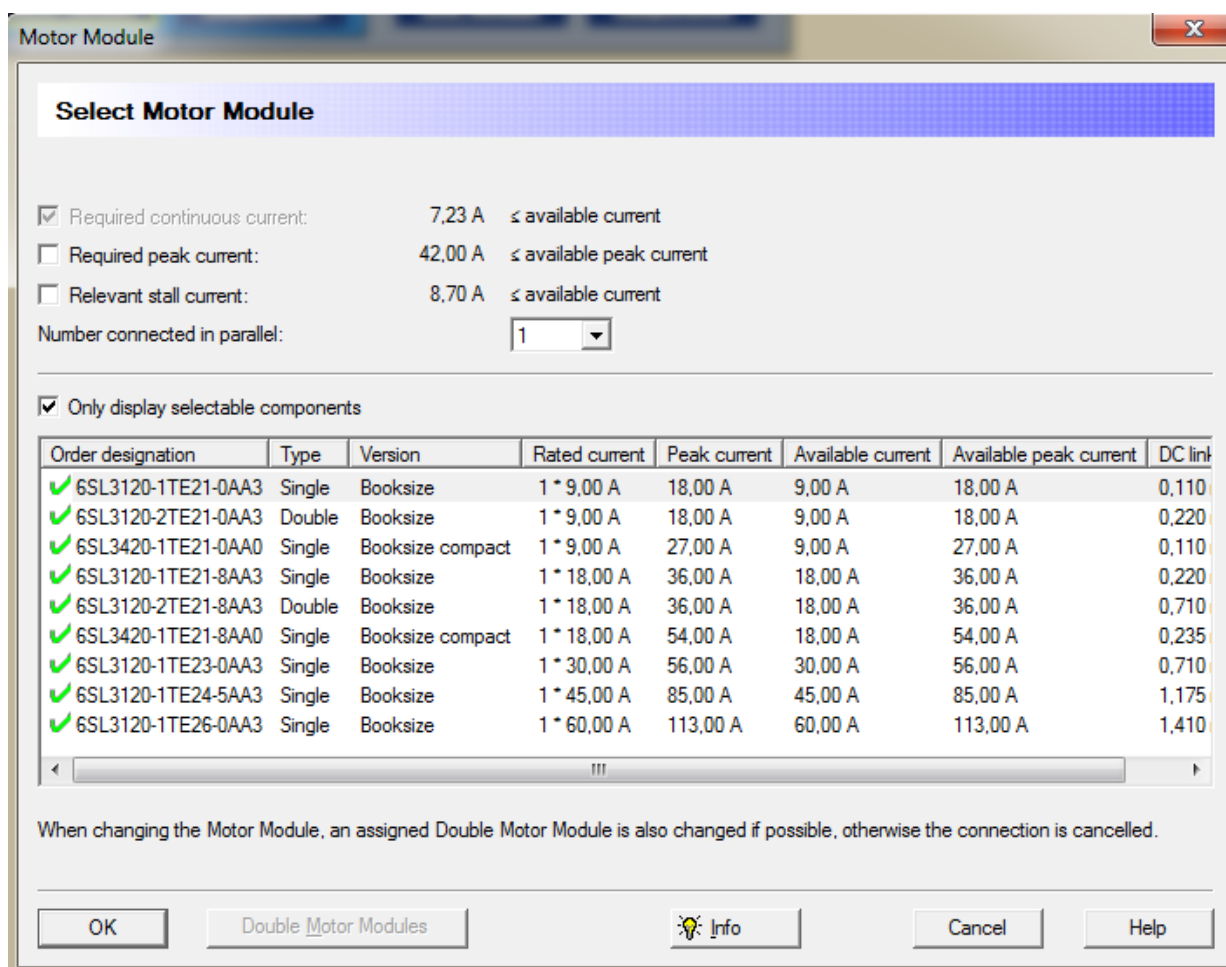


Рисунок 9.29 – Вибір Motor Module приводного двигуна осі X

Виділяємо цей модуль і закриваємо вікно кнопкою «ОК». На іконці *Motor Module* повинна з'явитися зелена галочка.

Переходимо до наступного етапу й клацаємо по іконці *Output components*. При цьому обновляється графічний інтерфейс і з'являється список *Output options*, а в полі тексту – *No details available* (Немає доступних подробиць). Цей список слід відкрити кнопкою ►, а потім закрити через відсутність доступних налаштувань.

При цьому після закриття вікна *Output options* на робочім полі стають доступними два нові списки – *Supply cable* (Кабель живлення) і *Encoder evaluation* (Визначення енкодера).

Далі кнопкою ► відкриваємо вікно *Supply cable* і закриваємо його без внесення змін.

Потім відкриваємо вікно *Encoder evaluation*, фрагмент якого показано на рисунку 9.30. У цьому вікні відображаються дані про енкодер, вбудований у двигун. Нижче у вікні розташований інтерфейс для вибору й конфігурування додаткових (зовнішніх) енкодерів, які на цей привод не ставимо.

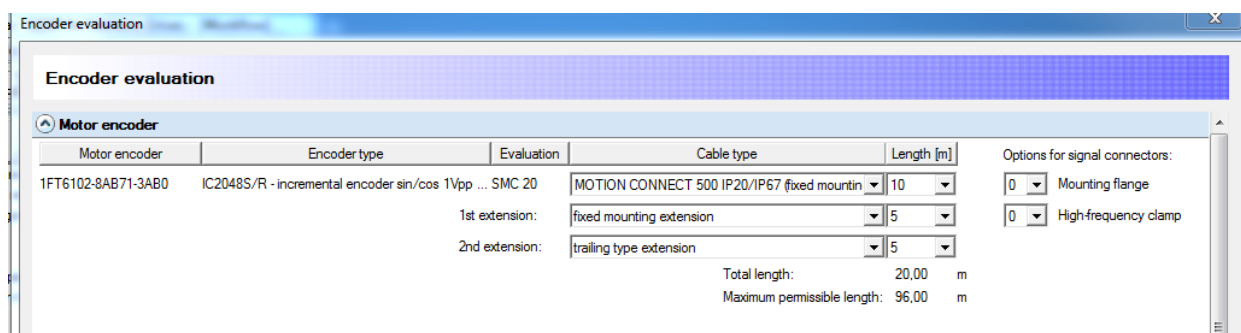


Рисунок 9.30 – Вікно параметрів обраного енкодера

Закриваємо вікно *Encoder evaluation*, завершуючи тим самим усі налаштування привода осі X.

### Конфігурування привода осі Z

Далі вибираємо в графічному інтерфейсі *вісь Z* і клацаємо лівою кнопкою по іконці *Motor*.

У рядку *Motor* додержуємося вказівки *Click here to dimension the motor* і клацаємо по кнопці ►. При цьому відкривається вікно *Motor wizard 1FT/1FK Step 1*. Перший крок пропускаємо (двигун без редуктора) і, натиснувши кнопку *Next*, переходимо до наступного кроку – *Basic data 1*.

На цьому кроці повторюємо всі налаштування, виконані по осі X. Враховуючи те, що стояночне гальмо по осі Z завданням не передбачено, вибираємо «*without holding brake*». Наступні кроки виконуємо так само, як і по осі X.

Вибір модуля двигуна й вихідних компонентів для привода осі Z

здійснюється аналогічно осі X.

Після завершення конфігурування осі Z переконуємося, що всі компоненти осей мають зелені галочки. Ця обставина дозволяє перейти до етапу вибору модуля живлення.

#### 7.4 Конфігурування модуля живлення (конвертору)

Клацаєм по іконці Line Module. При цьому інтерфейс програми здобуває вид, показаний на рисунку 9.31.

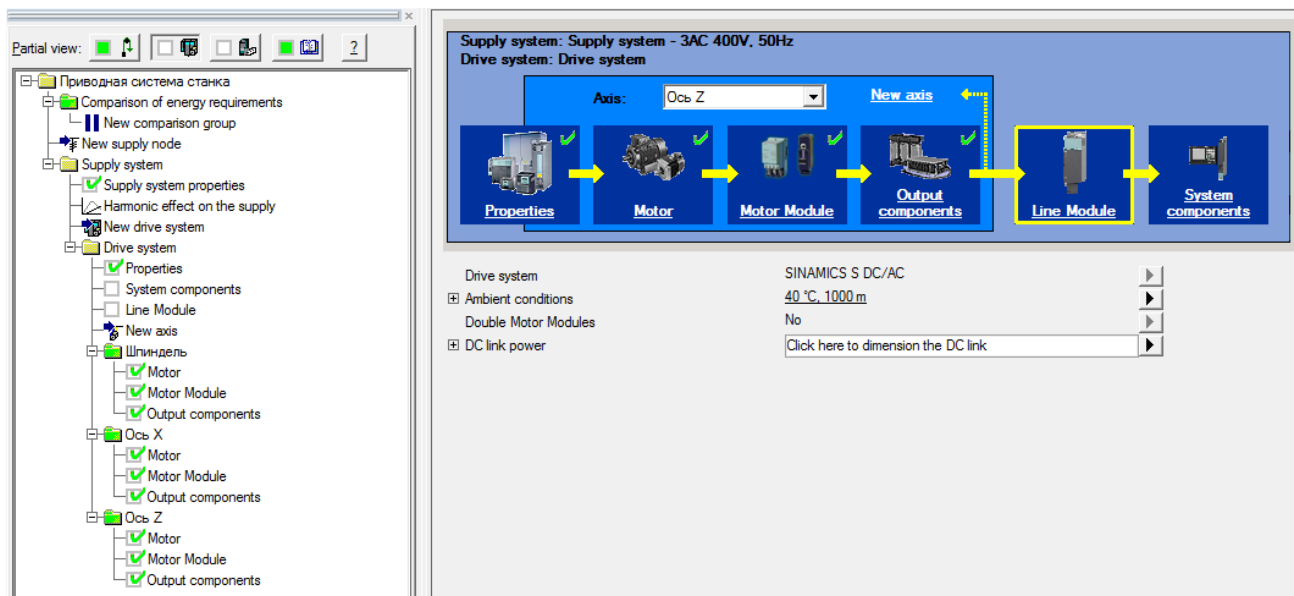


Рисунок 9.31 – Вибір конфігурування Line Module електроприводної системи

Далі відкриваємо кнопкою ► вікно *DC link power* ( див.рис. 9.32).

У цьому вікні виконуються розрахунки необхідної потужності для лінійного модуля. Це може бути виконане шляхом розрахунків загальної потужності (коефіцієнт збігу для всієї групи осей) або за допомогою рейтингу класу потужності (коефіцієнт збігу для кожного класу потужності).

Вибір методу розрахунків проводиться перемикачами *Power class rating*, *Total power rating* і *Paraxial rating*.

Скористаємося методом *Power class rating*, суть якого полягає в тому, що приводи всіх осей розділяються на класи по потужності. Діапазони потужностей, що утворюють клас, стандартизовані. Крім того стандартизовані коефіцієнти одночасності роботи осей (*Standard coincidence factor*).

На рисунку 9.32 видно, що при включенні прапорця *Power class rating* програма SIZER виділила в проекті два класи потужностей приводів. Перший клас визначено в діапазоні 1,8...8,8 кВт, де є два приводи подач потужністю 4,25 кВт кожний. Для цього класу

стандартний, тобто розрахунковий коефіцієнт (*coincidence factor*) рівний 0,63. Другий клас потужності – від 8,8 до 31 кВт відповідає головному приводу. Враховуючи те, що тут один двигун, приймаємо його *coincidence factor* рівним 1,0.

Power class	Coincidence factor - calculated	Coincidence factor - modified	Coincidence factor - max. DC link power	Total without factor (P-DClink)	Total without factor (P-DClink max)	Total with factor (P-DClink)	Total with factor (P-DClink max)	Required power (P-DClink)	Required power (P-DClink max)
1,80 kW - 8,80 kW	0,63		1,00	0,00 kW	0,00 kW	5,36 kW	8,51 kW	5,36 kW	8,51 kW
8,80 kW - 31,00 kW	1,00		1,00	0,00 kW	0,00 kW	31,71 kW	31,71 kW	31,71 kW	31,71 kW
<b>Total</b>								<b>37,07 kW</b>	

Рисунок 9.32 – Вікно розрахунку навантажування на Line Module електроприводної системи

Користувач має можливість змінити стандартний коефіцієнт у бік підвищення або у бік зменшення. Припускаючи, що робота двома приводами подач буде виконуватися не більш, ніж у половині операцій, установимо модифіковане значення коефіцієнта, рівним 0,5. Зменшимо також і значення *coincidence factor* до 0,8 для привода шпинделя, враховуючи, що привод головного руху зазвичай рідко навантажується до повної потужності.

Тепер клацнемо по списках *Power class* кожного класу потужності, щоб одержати розрахункове значення в полі *Required total DC link power* – 29,62 кВт, як показано на рисунку 9.32. Закриваємо це вікно кнопкою «ОК». При цьому в інтерфейсі програми в рядку *DC link power* виводяться значення постійної та пікової потужності для вибору модуля живлення. Одночасно стає доступним новий рядок – *Line Module*.

Відкриваємо вікно *Line Module*, клацнувши по кнопці ► у цьому рядку.

У вікні *Line Module*, показаному на рисунку 9.33, приводяться отримані на попередньому кроці розрахункові дані по необхідній потужності джерела постійного струму (*Required DC link power*).

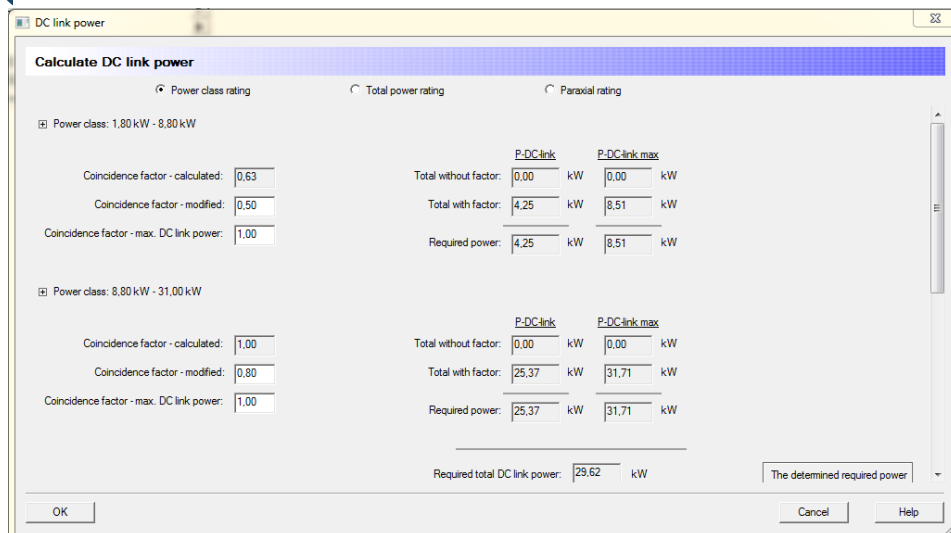


Рисунок 9.33 – Вікно розрахункових значень потужності

Приймаємо результати розрахунку й переходимо до вибору *Line Module* (див. рис. 9.34)

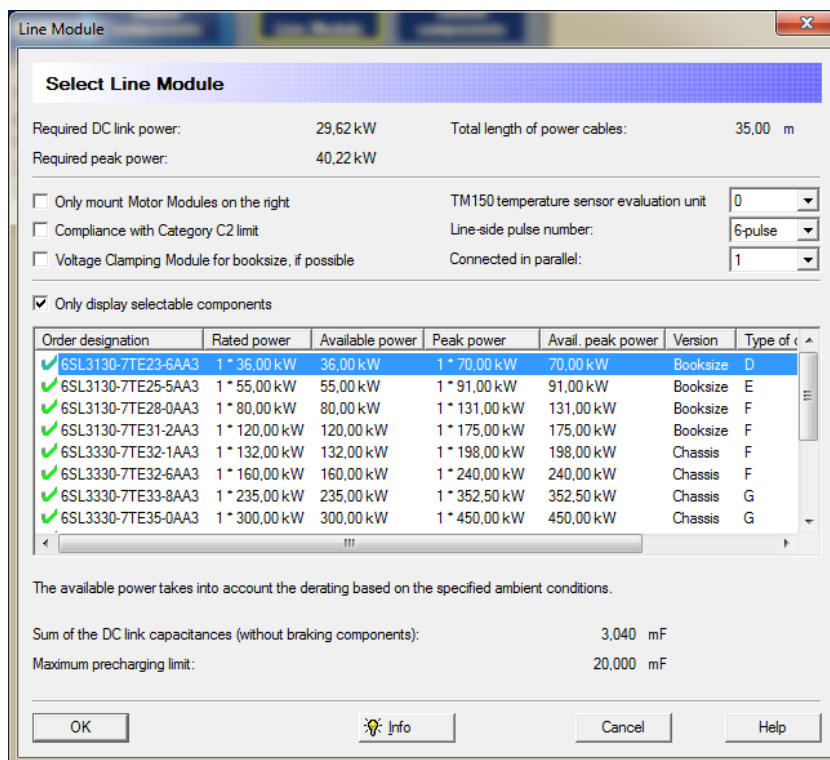


Рисунок 9.34 – Вікно вибору

У нижче розташованому списку модулів живлення один з модулів підфарбований сірим кольором (перший у списку). Враховуючи те, що цей модуль повною мірою відповідає розрахунковим даним, виділяємо його й закриваємо вікно кнопкою ОК.

При цьому у вікні програми з'являється замовлений номер *Line Module* і стає доступним новий рядок – *Braking components* (Гальмові

компоненти). Клацнувши по кнопці ►, відкриваємо вікно *Braking components*, вид якого показано на рисунку 9.35.

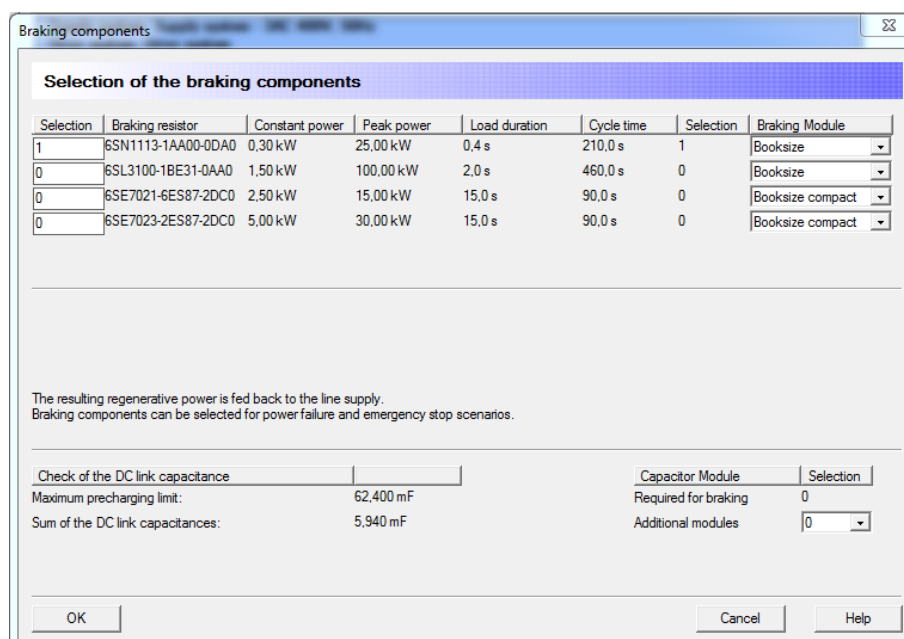


Рисунок 9.35 – Загальний вигляд вікна *Braking components*

До гальмових компонентів ставляться гальмові резистори (вони встановлюються за межами шафи) і електронні модулі, які підключають ці резистори до проміжного контуру. Гальмові компоненти потрібні для керованої зупинки привода при відключенні живильної мережі (аварійний останов), а також при динамічним гальмуванні, при яким відбувається рекуперація енергії навантаження і її розсіювання у вигляді тепла на гальмовому резисторі. У вікні *Braking components* виведений список гальмових компонентів для установки в приводну систему.

Слід урахувати, що для вибору конкретного резистора необхідно знати параметри швидкості й часу в циклах гальмування. Приймаючи до уваги, що ці параметри невідомі, вікно *Braking components* закриваємо, не виконуючи ніяких дій. На іконці *Line Module* з'являється зелена галочка, що свідчить про закінчення налаштування цього модуля.

#### 9.4 Вибір системних компонентів

Переходимо до наступного етапу – клацаємо по іконці *System components*. При цьому оновлюється графічний інтерфейс і з'являється список *Input options*. Клацнувши по кнопці ►, відкриваємо вікно *Input options*, у якому, як опція включене застосування активного модуля живлення. Закриваємо вікно, при цьому стає доступним новий список – *Additional accessories* (Додаткові аксесуари).

Клацнувши по кнопці ►, відкриваємо вікно *Accessories*, у якому нічого не вибираємо через непотрібність. Закриваємо це вікно, у результаті з'являються два нові рядки – *Open-loop/closed-loop control ...* і *Additional components*.

Кнопкою ► у рядку Open-loop/closed-loop control ... перемикаємо вид *Partial view* в *Open-loop/closed-loop control / 24 V / Cabinet Module*, як показано на рисунку 9.36.

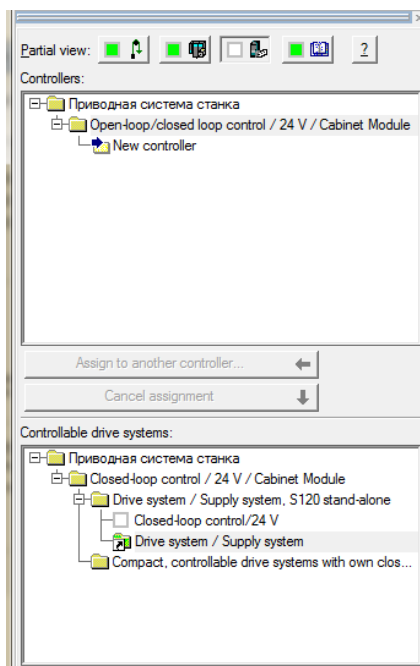


Рисунок 9.36 – Приклад вікна *Partial view*

Подвійним клацанням по завданню *New controller* у дереві проекту відкриваємо вікно *Add controller*, яке показано на рисунку 9.37. Із трьох систем керування вибираємо систему ЧПУ SINUMERIK і закриваємо вікно кнопкою «ОК». У робочій області з'являється нова вистава інтерфейсу, показана на рисунку 9.38.

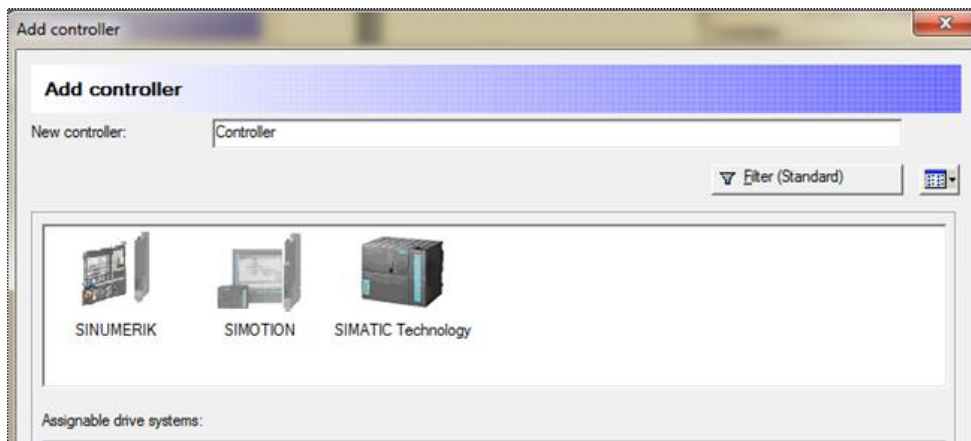


Рисунок 9.37 – Вибір типу контролеру

Натискаємо кнопку ► у рядку *Open-loop/closed-loop control electronics* і відкриваємо вікно з тим же іменем (див. рис. 9.39).

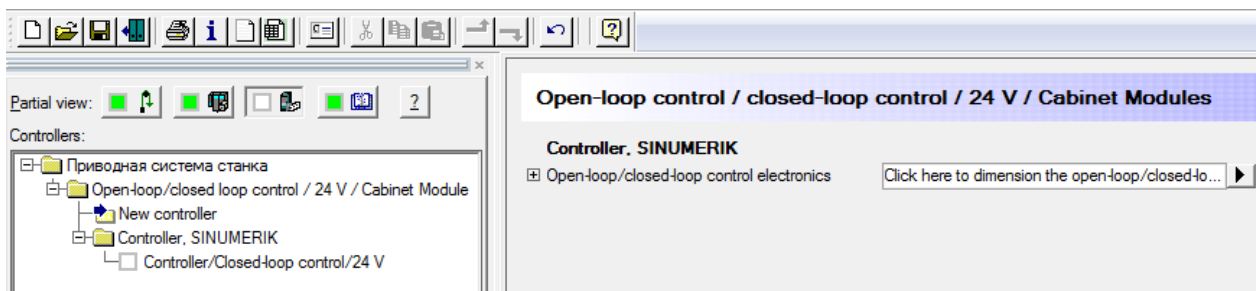


Рисунок 9.38 – Додавання контролеру до дерева проекту *Partial view*

У вікні *Open-loop/closed-loop control electronics* вибираємо тип системи SINUMERIK – 840Dsl, далі процесор ЧПУ типу NCU 710.2, потім термінальний процесор PCU 50.3B-C для панелі оператора, а також програмне забезпечення панелі оператора – SINUMERIK Operate.

Не закриваючи вікна, перемикаємося з виду Topology на вид SINUMERIK, як показано на рисунку 9.40.

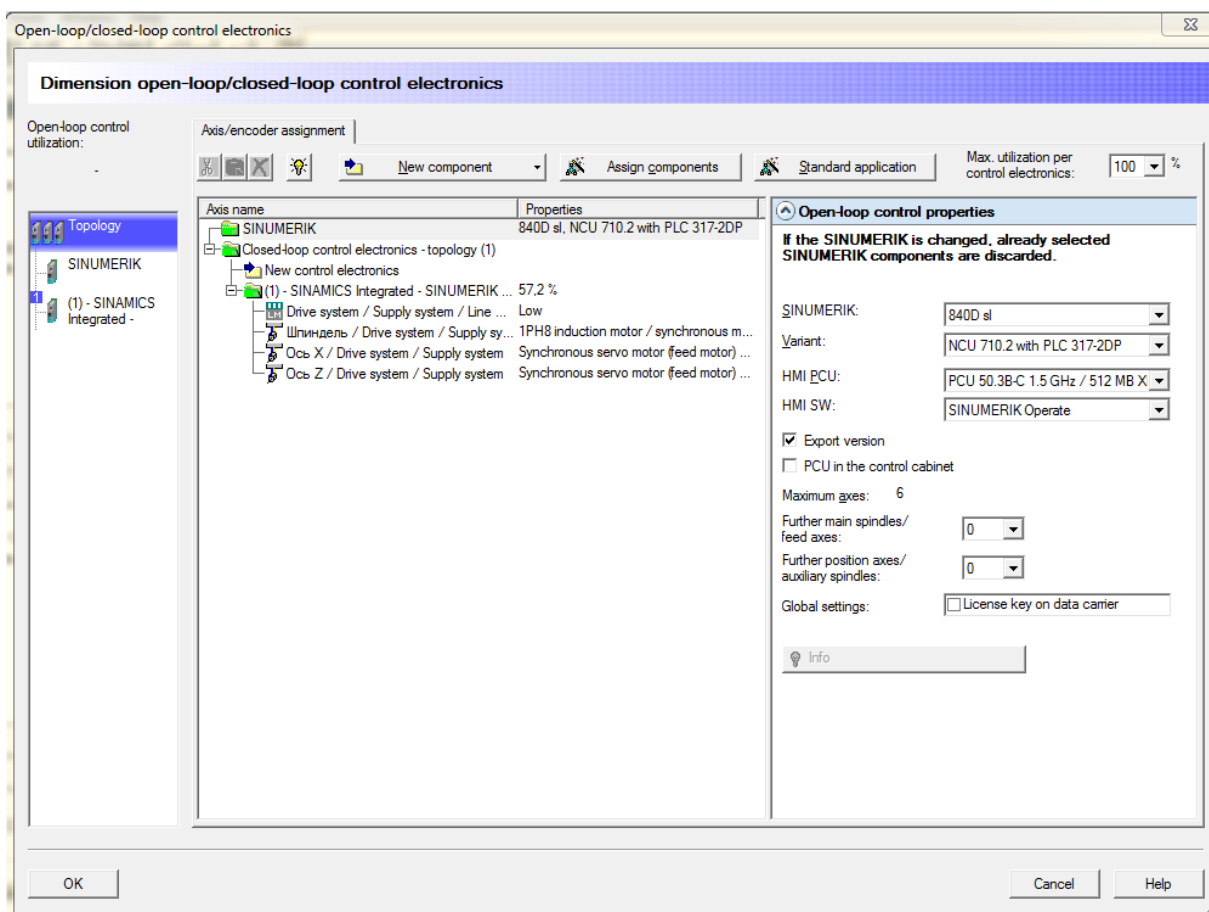


Рисунок 9.39 – Вибір компонентів управління приводною системою за осями

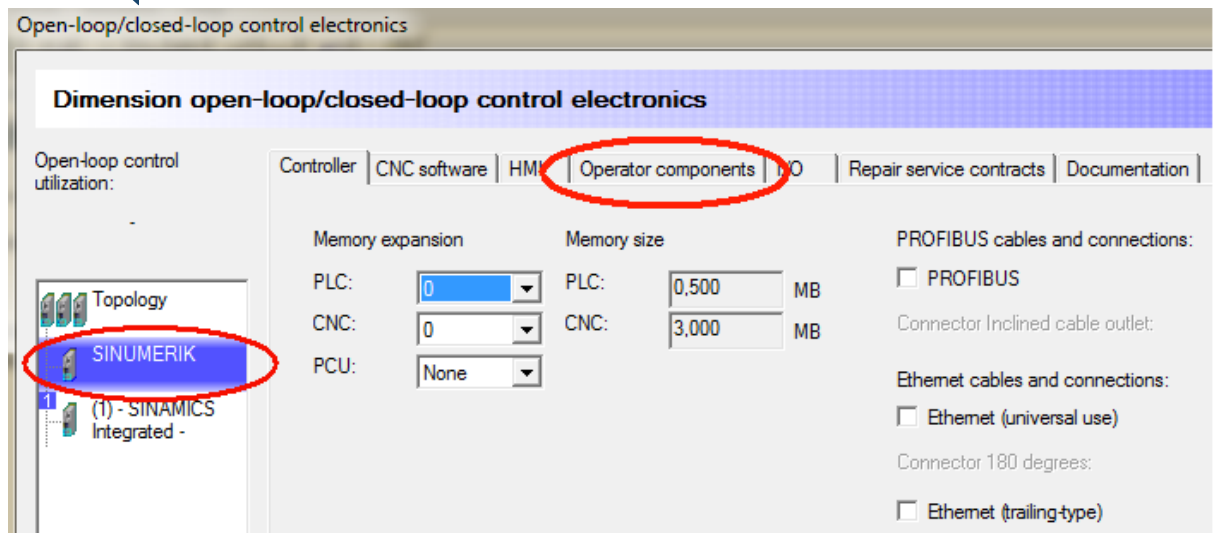


Рисунок 9.40 – Вікно побудови топології системи управління

Тут потрібно перейти із вкладки *Controller* на вкладку *Operator components*, від якої показано на рисунку 9.41.

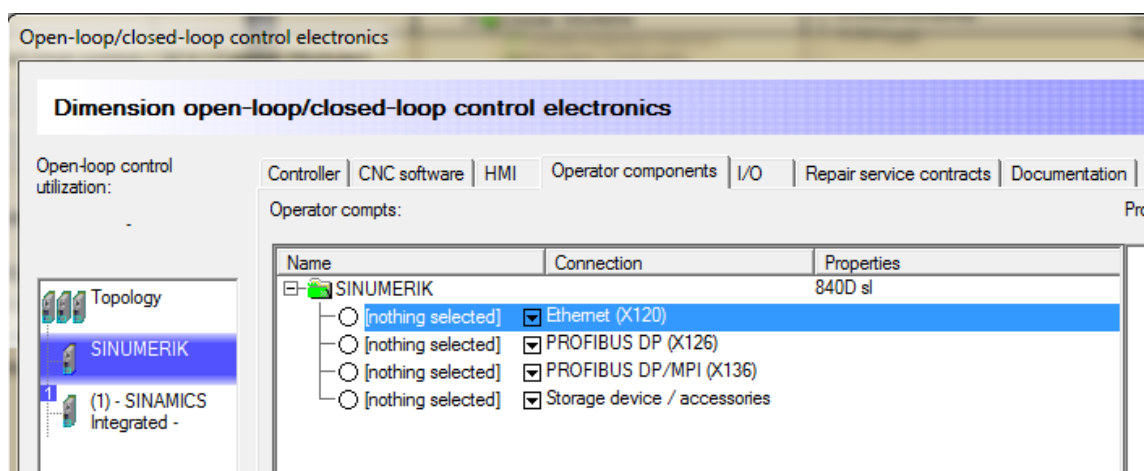


Рисунок 9.41 – Вибір типу інформаційної мережі

На вкладці *Operator components* у стовпці *Connection* вибираємо послідовно рядки Ethernet і PROFIBUS, у яких кнопкою ▼ розкриваємо список можливих підключень компонентів керування.

Так, наприклад, на рисунку 9.42 показаний список, відкритий у рядку Ethernet (X120).

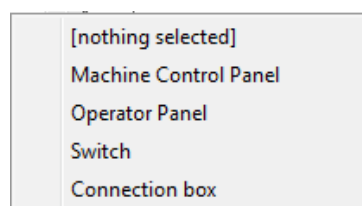


Рисунок 9.42 - Приклад списку, відкритий у рядку Ethernet (X120)

У результаті таких послідовних дій проводиться вибір панелі оператора (Operator Panel OP 012), верстатного пульта (Machine Control Panel MCP 310), а також клавіатури ЧПУ (Keyboard KB 310C). Обрані компоненти та засоби інтерфейсу для їхнього підключення показано на рисунку 9.43.

Закінчивши вибір компонентів керування, закриваємо вікно *Open-loop/closed-loop control electronics* кнопкою «ОК». У результаті в меню завдань *Open-loop/closed-loop control / 24 V / Cabinet Module* розділу проекту *Controller*, SINUMERIK стає доступним нове завдання (див. рис. 9.44) – *Installation arrangement* (Розташування установки).

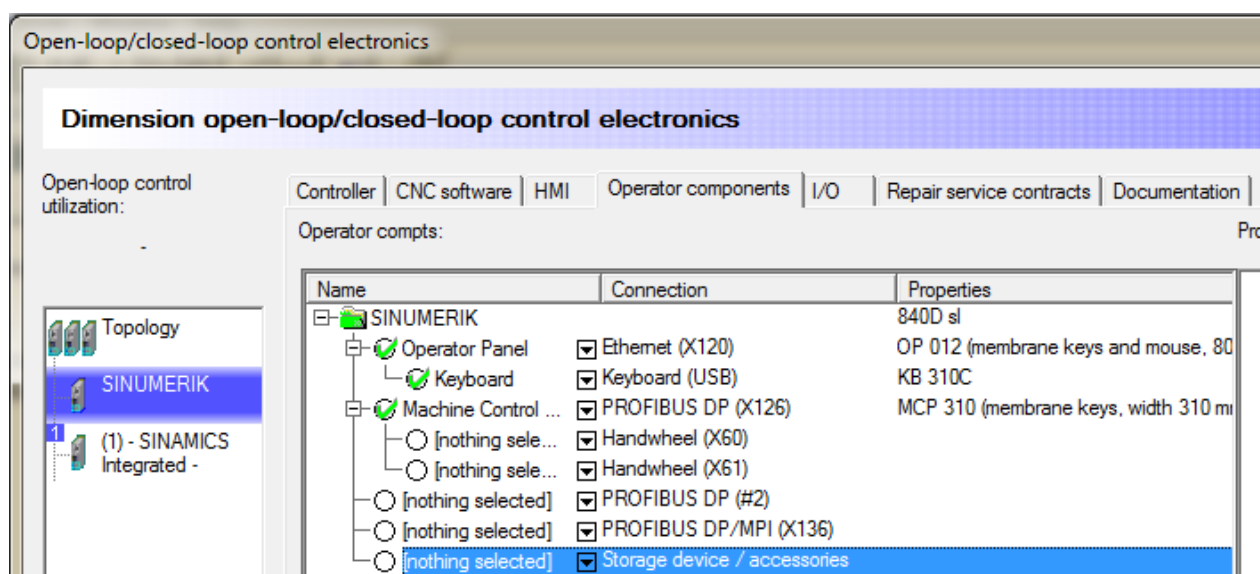


Рисунок 9.43 - Обрані компоненти та засоби інтерфейсу для їхнього підключення

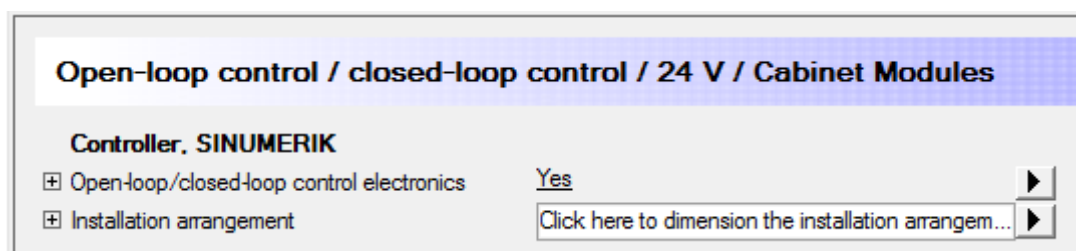


Рисунок 9.44 - – Вікно *Installation arrangement* (Розташування установки)

Тут тиснемо на кнопку ► у рядку *Installation arrangement*, у результаті відкривається вікно з тим же іменем, показане на рисунку 9.45.

У цьому вікні представлені дані по інтегрованій системі SINUMERIK-SINAMICS. Переконавшись у повноті системи, тобто в тому, що присутні всі модулі системи, закриваємо вікно кнопкою ОК.

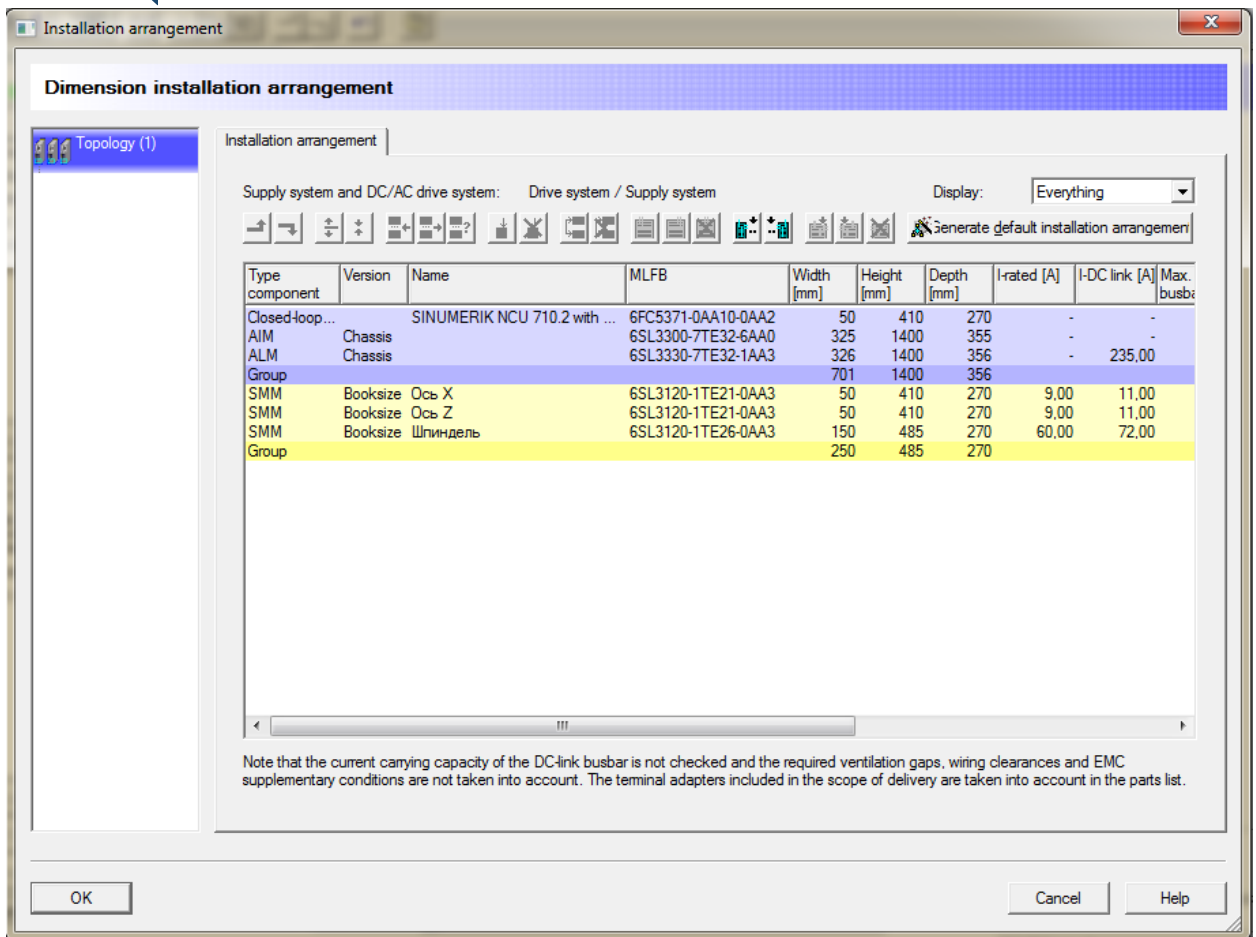


Рисунок 9.45 – Вікно даних по інтегрованій системі SINUMERIK-SINAMICS

Після закриття вікна *Installation arrangement* стає доступним нове завдання – *Drive-cliq topology* ( див. рис. 9.46).

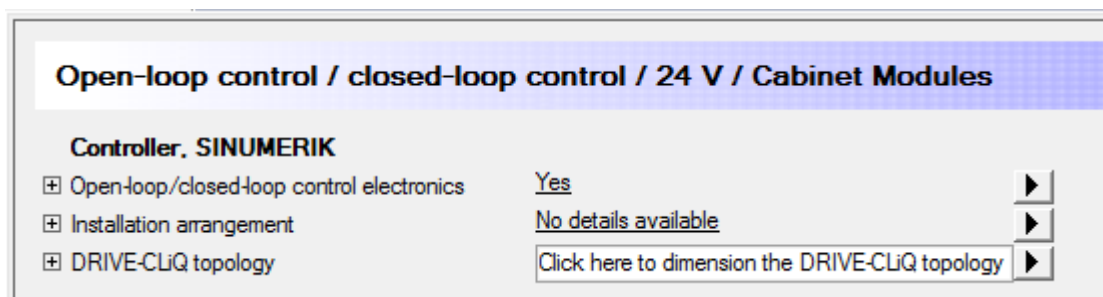


Рисунок 9.46 – Вікно з спливаючим налаштуванням *Drive-cliq topology*

Тиснемо на кнопку ► у рядку *Drive-cliq topology*. При цьому відкривається однойменне вікно (див. рис. 9.47), у якому представлена топологічна схема з'єднання ЧПУ-процесора NCU 710.2 з модулями приводної системи.

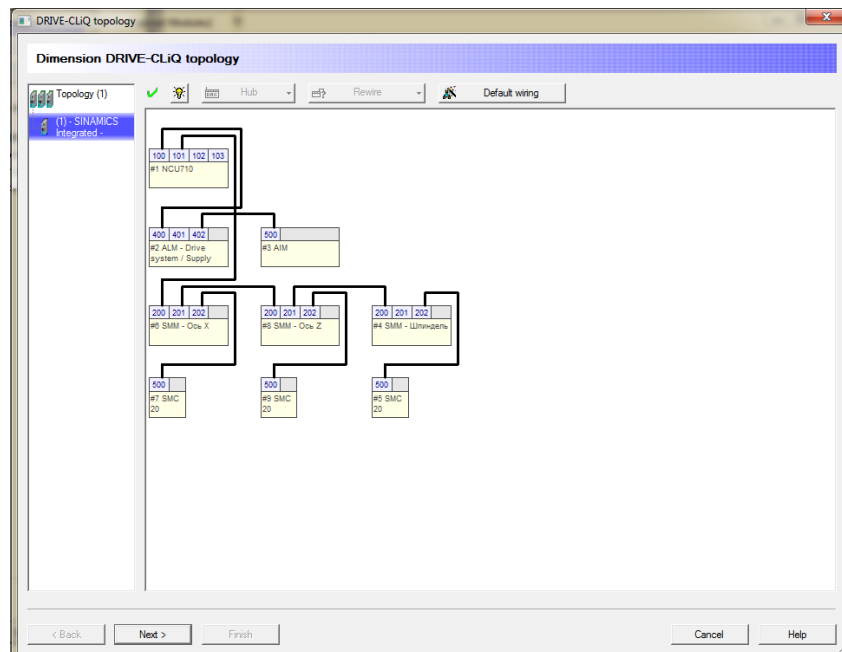


Рисунок 9.47 – Вікно топології Drive-cliq

Якщо всі необхідні з'єднання існують, то кнопкою *Next* переходимо до наступної виду, показаному на рисунку 9.48. Тут наведена більш докладна інформація із з'єднань модулів системи. Спочатку звертаємо увагу на колір ліній з'єднань. Так, наприклад, на схемі з'єднань рисунка 9.48 частина кабелів пофарбована в чорний колір, а частина в сірий. Чорний колір кабелю означає, що він не визначений.

Дійсно, якщо подивитися на список кабелів у нижній частині вікна, то можна побачити, що всі кабелі з рознімань X202 моторних модулів (SMM) не визначені.

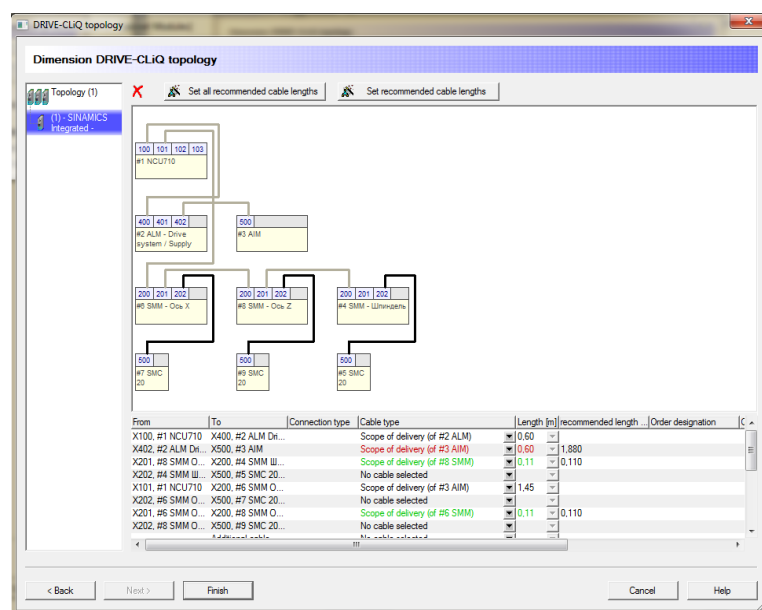


Рисунок 9.48 – Вікно визначення кабельних з'єднань Drive-cliq

Для визначення кабелю необхідно клацнути по кнопці ▼ у колонку Cable type і в списку, що розкрився, показаному на рисунку 9.49, вибрати тип кабелю, наприклад, DRIVE-CLiQ cable (by the meter) IP20/IP20 (fixed mounting).

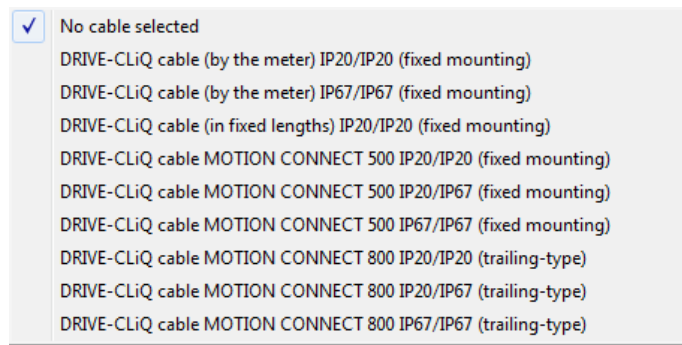


Рисунок 9.49 – Спливаюче вікно визначення типу кабельного з'єднання

Після вибору кабелю в стовпці Length біля кнопки ▼ з'являється червоний трикутник. Відкриваємо цією кнопкою список довжин кабелів і призначаємо яку-небудь довжину. На цьому визначення кабелю завершується.

Після визначення всіх кабелів вікно Drive-cliq topology здобуває вид, показаний на рисунку 9.50.

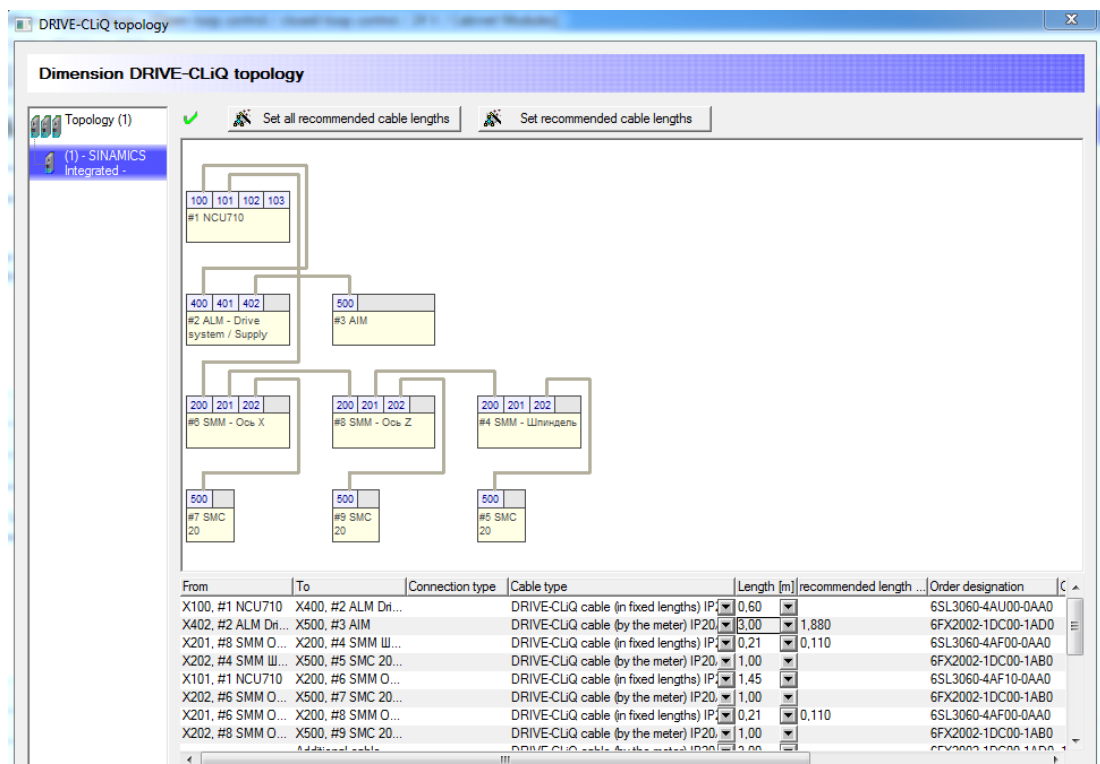


Рисунок 9.50 – Загальний вигляд вікна Drive-cliq topology після визначення кабельних з'єднань

Закриваємо вікно кнопкою «ОК». При цьому стає доступним нове завдання – 24 V supply (рис. 9.51).

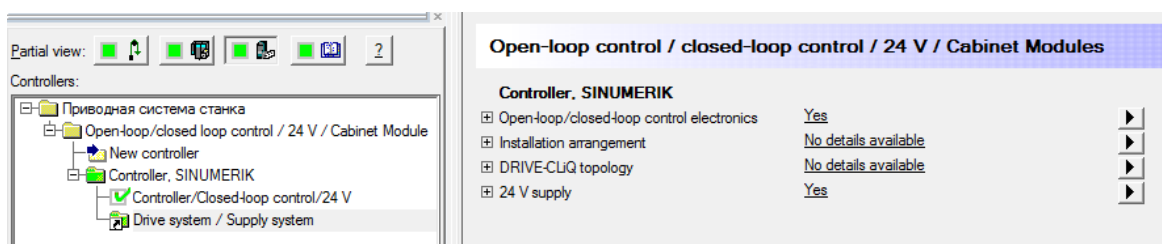


Рисунок 9.51 – Визначення споживачів 24 V supply

Натискаємо кнопку ► у рядку 24 V supply і переходимо у вікно 24 V power supply, від якого показано на рисунку 9.52.

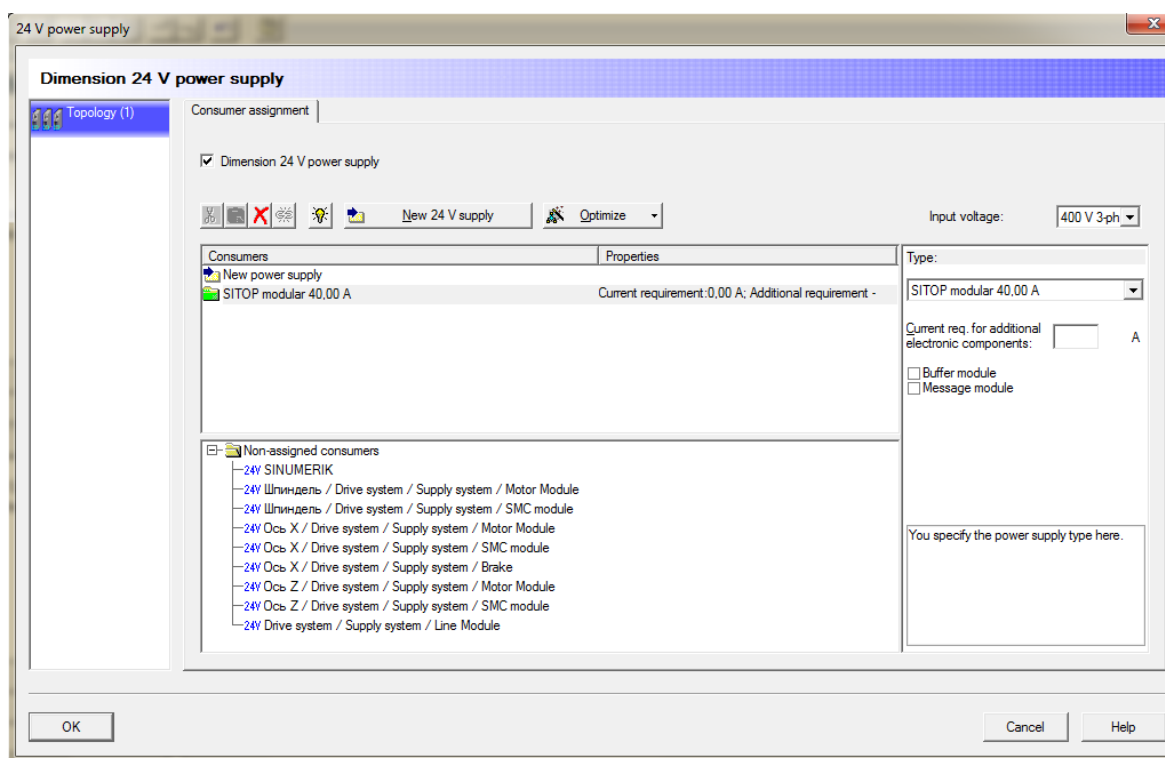


Рисунок 9.52 – Вікно призначення споживачів до блоку живлення

У нижній частині вікна 24 V power supply показаний список споживачів (якщо список частково схований, то його можна підняти за допомогою лівої кнопки миші, зачепивши розділову лінію). У верхній частині вікна зазначене рекомендоване джерело живлення.

Якщо споживачі не призначені цьому блоку живлення, то в заголовку списку споживачів зазначене: *Non-assigned consumers* (Не призначені споживачі). Для призначення споживачів потрібно відкрити кнопкою *Optimize* список блоків живлення. У списку показані блоки на 5 A, 10 A, 20 A и на 40 A два типи – *modular* (модульна конструкція) і *smart* (компактна конструкція). Вибираємо більш досконалий модуль

SITOP modular з рекомендованим значенням сили струму 40,00 А. При цьому виводиться попередження: *Do you really want to optimize? The existing assignment will be lost* (Ви дійсно прагнете оптимізувати? Поточні призначення будуть загублені).

Підтверджуємо намір кнопкою «ОК», у результаті всі споживачі підключаються до модуля живлення із вказівкою споживаного струму, як показано на рисунку 9.53.

Існує також можливість призначення менш потужних модулів живлення, наприклад, два модулі по 20 А, або інші комбінації.

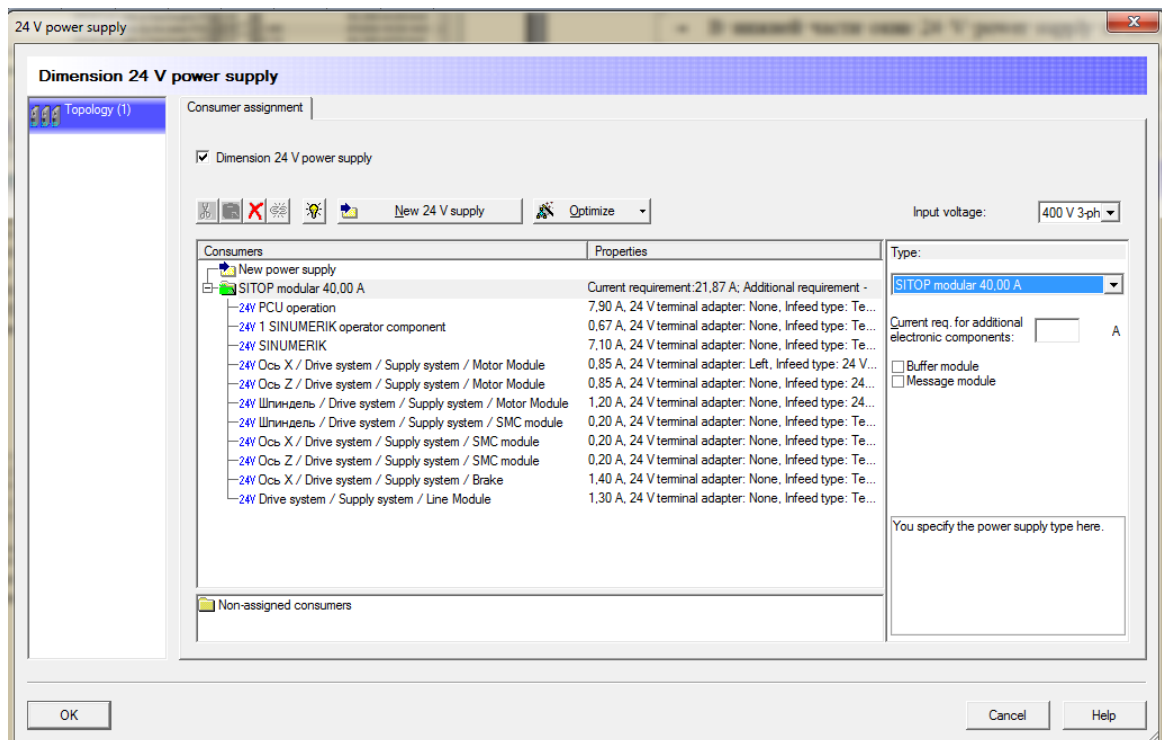


Рисунок 9.53 – Результат налаштування системи живлення апаратних компонентів системи управління

Закриваємо вікно *24 V power supply* кнопкою «ОК», завершуючи тим самим процес вибору системних компонентів і проектування приводної системи.

На закінчення необхідно постачити проект відомостями про автора. Для цього в меню *Project* вибираємо *Project information* і у вікні, що відкрилося, *Project info*, вводимо найменування кафедри (Department of \_\_\_\_), прізвище й групу автора, а в полі коментаря найменування дисципліни: \_\_\_\_\_.

Для перегляду результатів проектування перемикаємося з виду *Project* на вид *Results*, як показано на рисунку 9.54.

Тут проект представлений як структура технічної документації. Двічі клацнувши по обраному рядку, можна ознайомитися з технічними даними по будь-якому компоненту системи.

## 9.5 Індивідуальні завдання й вимоги до звіту по роботі

Індивідуальні завдання наведені в таблиці 9.1. Номер варіанта визначається порядковим номером прізвища студента в журналі академічної групи.

Звіт по роботі повинен містити:

- завдання на конфігурування приводної системи верстата із ЧПУ;
- роздруківка наступних розділів з технічної документації:
  1. Technical data
  2. Structure for SINAMICS S120 drive system;
  3. 24 V supply;
  4. Operator components;
  5. Drive-cliq topologies;

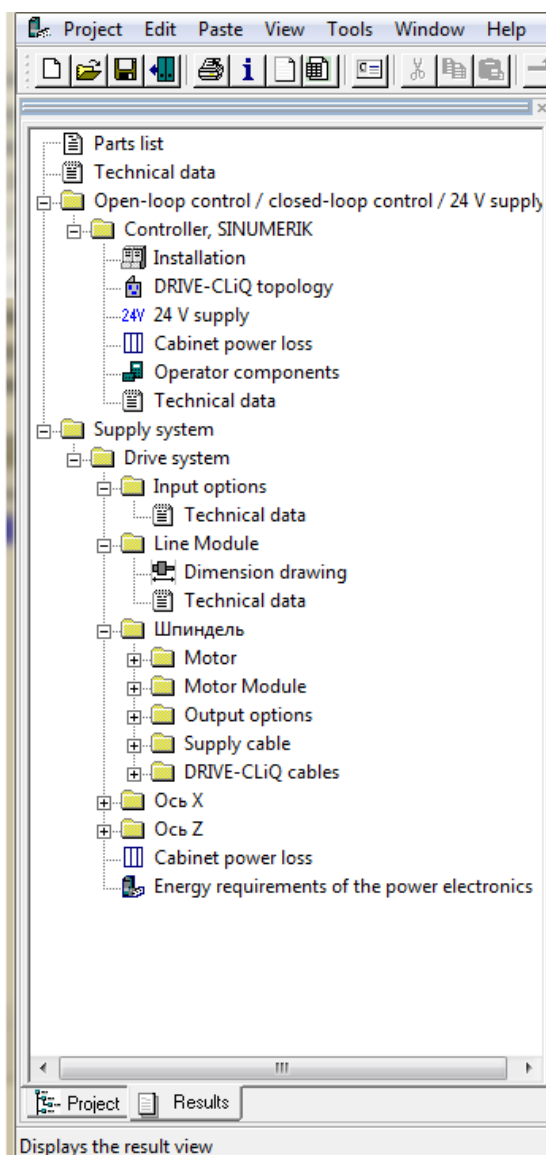


Рисунок 9.54 – Перегляд результатів проектування

Роздруківка документації проводиться в такий спосіб. Відкриваємо меню *View* і вибираємо опцію *Display result view*. Далі натискаємо на кнопку *Print* (Принтер) у меню інструментів. При цьому відкривається вікно *Print selection*, показане на рисунку 9.55. Якщо на комп'ютері встановлена програма віртуального принтера *doPDF v7*, то в полі *Printer* вона з'являється за замовчуванням. Для вибору іншого принтера тиснемо кнопку *Select*.

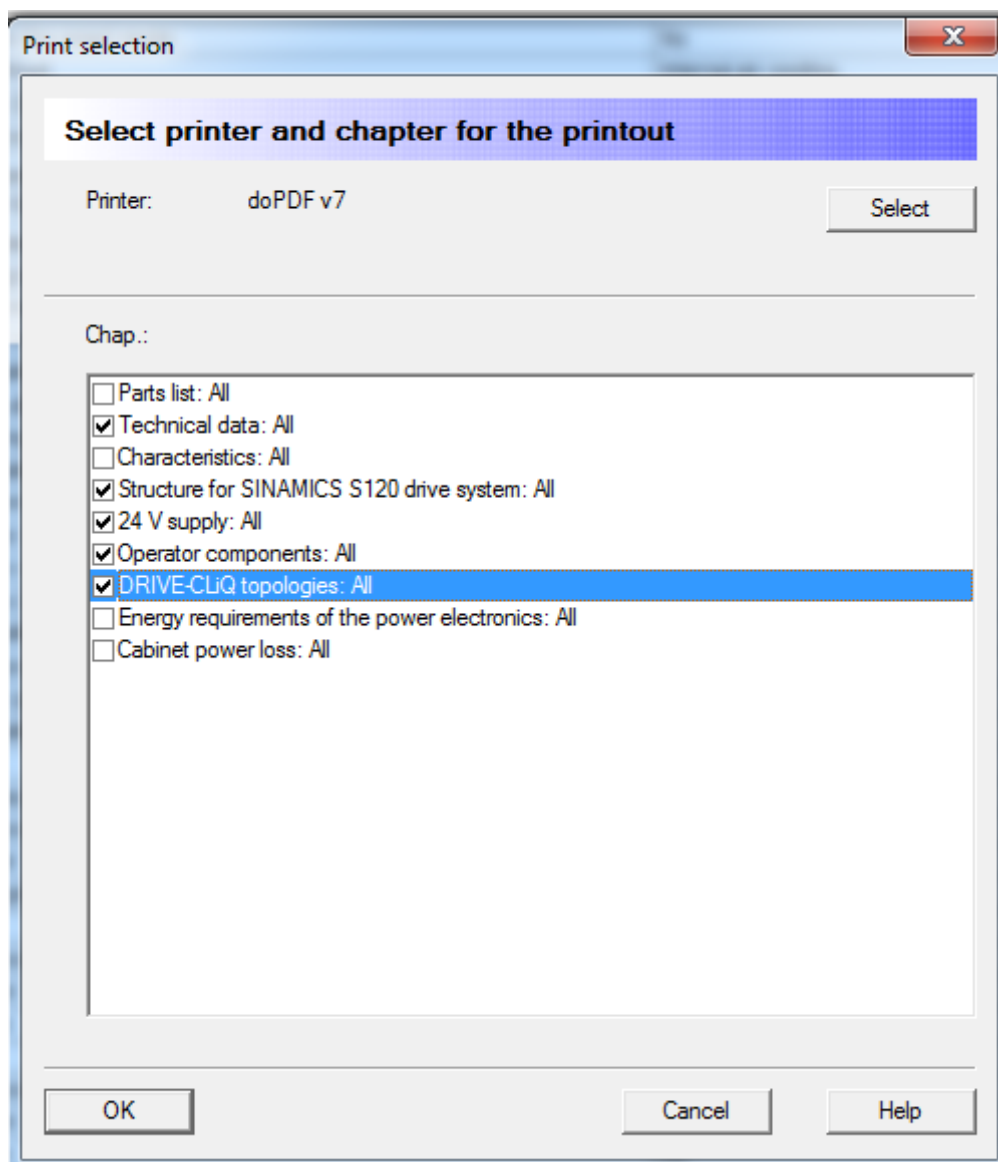


Рисунок 9.55 – Вибір документації до друку

Таблиця 9.1 - Варіанти індивідуальних завдань до практичної роботи 9


№ Вар.	Система керування					Двигуни					
	Тип NCU	Панель оператора	Клавіатура CNC	Верстатний пульт	Модуль живлення	Подачі 2 шт (1FT6)			Шпинделя (1PH8)		
						Момент Нм	Швидкий. об/хв	Датчик	Потужність кВт	Швидкий. об/хв	Датчик
1	840D sl	OP 010C	KB 310C	MCP 483C	Smart	15	1500	AM2048S/R	5	1500	AM22DQ
2	840D sl	OP 012	KB 483C	MCP 310C	Active	24	2000	AM22DQ	20	700	AM2048S/R
3	840D sl	TP 015A	KB 310C	MCP 310C	Smart	2,5	3000	IC2048 S/R	8	2000	AM22DQ
4	840D sl	OP 015A	KB 483C	MCP 483C	Active	40	1500	IC22DQ	22	1000	IC2048 S/R
5	828D sl	вбудована	вбудована	MCP 310C	Combi	6	3000	AM22DQ	5	3000	AM2048S/R
6	828D sl	вбудована	вбудована	MCP 483C	Combi	12	3000	AM2048S/R	10	2000	AM22DQ
7	828D sl	вбудована	вбудована	MCP 310C	Combi	20	2000	AM22DQ	15	1000	IC2048 S/R
8	828D sl	вбудована	вбудована	MCP 483C	Combi	30	1500	IC2048 S/R	7,5	2000	IC22DQ
9	840D sl	TP 015A	KB 310C	MCP 310C	Smart	30	1500	AM2048S/R	12	1500	AM22DQ
10	840D sl	OP 015A	KB 483C	MCP 483C	Active	38	2000	AM22DQ	25	700	IC2048 S/R
11	840D sl	OP 010C	KB 310C	MCP 483C	Smart	18	3000	IC2048 S/R	18	2000	AM2048S/R
12	840D sl	OP 08T	KB 483C	MCP 310C	Active	45	1500	IC22DQ	22	1000	AM22DQ
13	828D sl	вбудована	вбудована	MCP 310C	Combi	10	2000	IC2048 S/R	10	1500	AM2048S/R
14	828D sl	вбудована	вбудована	MCP 483C	Combi	16	3000	IC22DQ	12	700	AM22DQ

Продовження табл. 9.1

15	828D sl	вбудована	вбудована	MCP 310C	Combi	20	2000	AM22DQ	14	2000	IC2048 S/R
16	828D sl	вбудована	вбудована	MCP 483C	Combi	25	1500	AM2048S/R	16	1000	IC2048 S/R
17	840D sl	OP 010C	KB 310C	MCP 310C	Smart	22	2000	AM22DQ	15	3000	IC22DQ
18	840D sl	OP 08T	KB 483C	MCP 483C	Active	36	3000	AM2048S/R	20	2000	IC2048 S/R
19	840D sl	OP 015A	KB 310C	MCP 310C	Smart	18	1500	AM22DQ	16	1000	IC22DQ
20	840D sl	TP 015A	KB 483C	MCP 483C	Active	42	3000	IC2048 S/R	24	2000	AM22DQ
21	828D sl	вбудована	вбудована	MCP 310C	Combi	8	2000	IC22DQ	8	1500	AM2048S/R
22	828D sl	вбудована	вбудована	MCP 483C	Combi	10	3000	AM22DQ	12	1000	AM22DQ
23	828D sl	вбудована	вбудована	MCP 310C	Combi	15	3000	AM2048S/R	10	3000	IC2048 S/R
24	828D sl	вбудована	вбудована	MCP 483C	Combi	18	2000	IC2048 S/R	15	2000	AM2048S/R

## РЕКОМЕНДОВАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

- 1 Смірнов В. В., Смірнова Н. В., Пархоменко Ю. М. Архітектура та програмування периферійних інтерфейсних контролерів : підручник. Кропивницький : ЦНТУ, 2020. 278 с.
- 2 Соснін К. В. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Програмно-технічні комплекси комп'ютерно-інтегрованих технологій» для бакалаврів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Дніпро : НТУ «ДП», 2020. 14 с.
- 3 Соснін К. В. Методичні рекомендації до лекційних занять з дисципліни «Програмно-технічні комплекси комп'ютерно-інтегрованих технологій» для бакалаврів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Дніпро : НТУ «ДП», 2020.
- 4 Галкін П. В., Ключник І. І. Програмування ПЛК в CODESYS : навчальний посібник. Харків : ФОП Панов А. М., 2019. 92 с.
- 5 Програмно-технічні комплекси та промислові контролери : метод. вказ. до виконання практ. роб. : для другого рівня вищої освіти зі спец. 174 - Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / уклад.: Д. В. Трушаков, М. О. Федотова. Кропивницький : ЦНТУ, 2024. 91 с.
- 6 Proceedings of the 1st International Conference on Neural Networks and Machine Learning 2022 (ICONNSMAL 2022). Volume 177. Springer Nature, 2023. 335 p. DOI: <https://doi.org/10.2991/978-94-6463-174-6>. URL: <https://read.kortext.com/library/books/2361502>.
- 7 Soldatos J., Lazaro O., Cavadini F. The Digital Shopfloor-Industrial Automation in the Industry 4.0 Era. Taylor and Francis, 2022. 362 p. URL: <https://read.kortext.com/library/books/2025213>.
- 8 Duro R., Kondratenko Yu. Advances in Intelligent Robotics and Collaborative Automation. Taylor and Francis, 2022. 362 p. URL: <https://read.kortext.com/library/books/2025296>.
- 9 Павленко І. І., Мажара В. А. Роботизовані технологічні комплекси : навчальний посібник. Кіровоград : КНТУ, 2010. 392 с.
- 10 Разживін О. В., Суботін О. В. Технічні засоби для проектування систем автоматизації: навчальний посібник. Краматорськ : ЦТРІ «Друкарський дім», 2017. 129 с.
- 11 Когутяк М. І. Програмно-технічні комплекси автоматизації : лабораторний практикум. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. 77 с. .
- 12 Ельперін І. В. Промислові контролери : навчальний посібник. Київ : НУХТ, 2003. 320 с.
- 13 Пупена О. М., Ельперін І. В., Луцька Н. М., Ладанюк А. П. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах : навчальний посібник. Київ : «Ліра-К», 2011. 552 с.



14 Сердюк О. О., Разживін О. В. Проектування систем автоматизації SIMATIC. Краматорськ : ДДМА, 2012. 208 с.

15 Єнікєєв О. Ф., Суботін О. В., Разживін О. В., Абрамська І. Б. Комп'ютерна система програмного керування процесом алмазного шліфування. *Наукові праці ДонНТУ*. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. 2017. №1 (30). С. 147-158. URL: [http://science.donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/06/ОТА\\_130\\_2017.pdf](http://science.donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/06/ОТА_130_2017.pdf).

16 Єнікєєв О. Ф., Суботін О. В., Разживін О. В. Інформаційна технологія оцінювання ідентичності робочих циклів дизеля. *Контроль і управління в складних системах (КУСС-2018)* : матеріали XIV Міжнародної конференції. м. Вінниця, 15-17 жовтня 2018 р. Вінниця : ВНТУ. 2018. С. 79. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22726>.

17 Разживін О. В., Рудаков І. В. Охріменко О. М. Розробка і дослідження системи керування двохдвигунного електроприводу скрипкового конвеєру для транспортування вугілля. *Вісник ДДМА*. 2019. №.1(45). С. 146-151. URL: [http://www.dgma.donetsk.ua/science\\_public/ddma/Herald\\_1\(45\)\\_2019/article/25.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/ddma/Herald_1(45)_2019/article/25.pdf).


18 Разживін О. В., Руденко В. М., Новак А. А. Розробка автоматизованої системи керування об'ємною витратою води в газоочисну систему доменної печі. *Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод* : матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної конференції. Краматорськ : ДДМА, 2020.

19 Разживін О. В., Хлобистов Д. О. Зниження енерговитрат процесу газоочищення доменної печі шляхом розробки системи автоматичного регулювання тиску під колошником. *Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод* : матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної конференції. Краматорськ : ДДМА, 2020.

20 Разживін О. В., Мартиненко М. В. Розробка АСУ об'ємною витратою води в газоочисну систему доменної печі. *Інформатика, управління та штучний інтелект* : тези сьомої міжнародної науково-технічної конференції (17 – 19 листопада 2020 року). Харків : НТУ "ХПІ", 2020. С. 64.

21 Разживін О. В., Кириченко Д. Г. Дослідження та розробка системи автоматизації мокрогазоочищення у скрубєрі. *Вісник ДДМА*. 2019. №.3 (47). С. 136-140.

22 Разживін О. В., Лисянська О. В. Побудова моделі загроз інформаційної безпеки системи з використанням об'єктно-орієнтованого проектування. *Вісник ДДМА*. 2019. №.3 (47). С. 141 – 145.



23 Шрам Д. О., Разживін О. В., Оберемко Д. О. Дослідження та модернізація системи регулювання температурою оборотної води в рекуператорі водогрійного котла типу КВГ 146. *Вісник ДДМА*. 2019. №.3 (47). С. 146-151.

24 Разживін О. В., Хлобистов Д. О. Зниження енерговитрат процесу газоочищення доменної печі шляхом розробки системи автоматичного регулювання тиску під колошником. *Вісник ДДМА*. 2020. №.3(47). С. 32-36.

25 Разживін О. В., Руденко В. М., Новак А. А. Розробка автоматизованої системи керування об'ємною витратою води в газоочисну систему доменної печі. *Вісник ДДМА*. 2020. №.3(47). С. 37-53.

26 Разживін О. В., Майборода І. В. Автоматизація процесу управління теплових режимів в печі швидкісного нагріву при демонтажі великогабаритних деталей. *Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. Черкаси, 2024. С. 16-18.

27 Колюкін О. Ю., Разживін О. В. Зниження витрат електричної енергії при індукційному нагріві, шляхом дослідження та розробки автоматизованої системи управління подачею прокату в індуктор. *Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. Черкаси, 2024. С. 48-49.

28 Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 26.09.2024).

29 Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 26.09.2024).

30 Інституційний репозиторій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 26.09.2024).

31 Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничо-металургійного комплексу України : веб-сайт. URL: <http://cgntb.dp.ua/> (дата звернення: 26.09.2024).


32 Каталог Siemens : веб-сайт. URL: <http://surl.li/zfzfdt> (дата звернення: 26.09.2024).

33 Shneider Electric : веб-сайт. URL: <https://www.se.com/ua/uk/> (дата звернення: 26.09.2024).

34 EcoStruxure Machine Expert Basic V1.3 : веб-сайт. URL: <http://surl.li/gmfhew> (дата звернення: 26.09.2024).

35 Каталог ПЛК Modicon M221 : веб-сайт URL: <http://surl.li/zvsutw> (дата звернення: 26.09.2024).

36 SoMove : веб-сайт. URL: <https://www.se.com/ua/ru/product-range-presentation/2714-somove/> (дата звернення: 26.09.2024).



37 Онлайн конфігуратори систем автоматизації Siemens : веб-сайт. URL: <http://surl.li/jxupsj> (дата звернення: 26.09.2024).

38 Офіційний сайт Factory I/O : веб-сайт. URL: <https://factoryio.com/> (дата звернення: 26.09.2024).

### *Навчальна платформа Udemy*

1. Learn Siemens S7-1200 PLC & HMI from Scratch using TIA : Udemy. URL: <http://surl.li/erscpe> (дата звернення: 26.09.2024).

2. PLC Programming in Siemens TIA Portal : Udemy. URL: <https://ua.udemy.com/course/plc-programming-in-siemens-tia/> (дата звернення: 26.09.2024).

3. Fundamentals of electrical instrumentation : Udemy. URL: <https://ua.udemy.com/course/fundamentals-of-electrical-instrumentation/> (дата звернення: 26.09.2024).

4. Learn Siemens S7-1200 PLC and HMI via TIA Portal (Advanced) : Udemy. URL: <https://ua.udemy.com/course/learn-siemens-s7-1200-plc-and-hmi-via-tia-portal-advanced/> (дата звернення: 26.09.2024).

5. Learn 5 PLCs in a Day-AB, Siemens, Schneider, Omron & Delta : Udemy. URL: <https://ua.udemy.com/course/nfi-plc-online-learning/> (дата звернення: 26.09.2024).



*Навчально-методичне видання*

**Олексій Валерійович Разживін  
Олександр Ісакович Сімкін**

**ПРОГРАМНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ,  
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АСУ ТП**

**методичні вказівки  
до виконання практичних робіт**

самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції