

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторних робіт з дисципліни

**«АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ»**

для студентів спеціальності  
141 – ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА  
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА  
освітньої програми «Електромеханічні системи  
автоматизації та електропривод»  
усіх форм навчання

Частина III

**2022**

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизація технологічних комплексів» для студентів спеціальності 141 – ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» усіх форм навчання. Частина III. /Укл: В.В. Осадчий, О.С. Назарова, С.С. Шульженко, М.О. Олейніков - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. – 30 с.

Укладачі:

В.В. Осадчий, к.т.н., доцент  
О.С. Назарова, к.т.н., доцент  
С.С. Шульженко, аспірант  
М.О. Олейніков, аспірант

Рецензент: А.В. Пирожок, к.т.н., доцент

Відповідальний за випуск: О.С. Назарова, к.т.н., доцент

Затверджено  
на засіданні кафедри  
Електропривода і автоматизації  
промислових установок  
протокол № 05 від 16.12.2021 р.

Рекомендовано  
до видання НМК ЕТФ  
протокол № 05 від 23.12.2021 р.

## ЗМІСТ

Передмова .....	4
1 Лабораторна робота №10 Ознайомлення з функціями TIA Portal.....	5
2 Лабораторна робота №11 Створення та налагодження програми керування сортувальною станцією FESTO за допомогою контролера S7-1200 .....	14
3 Лабораторна робота №12 Керування рухом одного пневматичного циліндру.....	18
4 Лабораторна робота №13 Керування пневматичним стендом FESTO за допомогою контролера S7-1200 .....	25
Перелік посилань.....	29
Додаток А Зразок оформлення титульної сторінки .....	30

## ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки містять опис чотирьох лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизація технологічних комплексів» у відповідності до навчальних планів ОКР бакалаврів.

Дані методичні вказівки присвячені вивченню роботи з контролером SIMATIC S7-1200. Ключовим елементом являється робота зі спеціалізованим програмним забезпеченням для проектування, введення в експлуатацію та обслуговування TIA Portal STEP7, а також складання і налагодження програм мовою FBD.

Для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» усіх форм навчання.

# 1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

## Ознайомлення з функціями TIA Portal

**Мета:** ознайомитись із порядком створення проекту в TIA Portal та конфігурування апаратної частини проекту. Вивчити послідовність створення програми мовою FBD.

### Створення нового проекту в TIA Portal.

При старті програми TIA Portal на екрані з'являється головне вікно, яке містить доступ до основних елементів проекту. Проект являє собою структуру, що містить всі програми і дані, які необхідні для виконання задач автоматизації. Використовуючи головне меню можна відкрити існуючий проект, створити новий або зробити перетворення проекту.

Початкове вікно програми показано на рисунку 1.1.

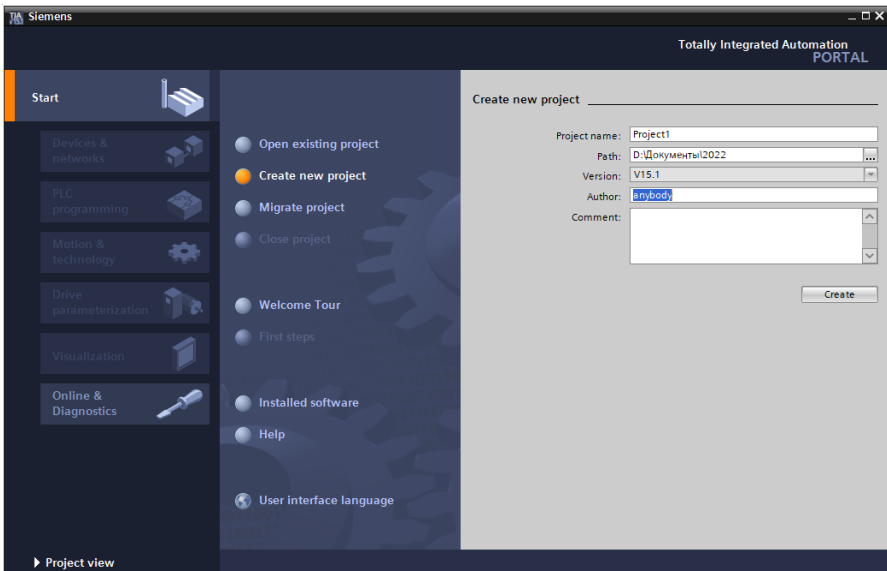


Рисунок 1.1 – Головне вікно середовища розробки TIA Portal

Для створення нового проекту треба натиснути на *Create new project*. Необхідно записати ім'я нового проекту та визначити шлях для його зберігання, далі натиснути *Create*.

Після створення нового проекту відкриється головне меню проекту. На рисунку 1.2 показано вид основного вікна проекту.

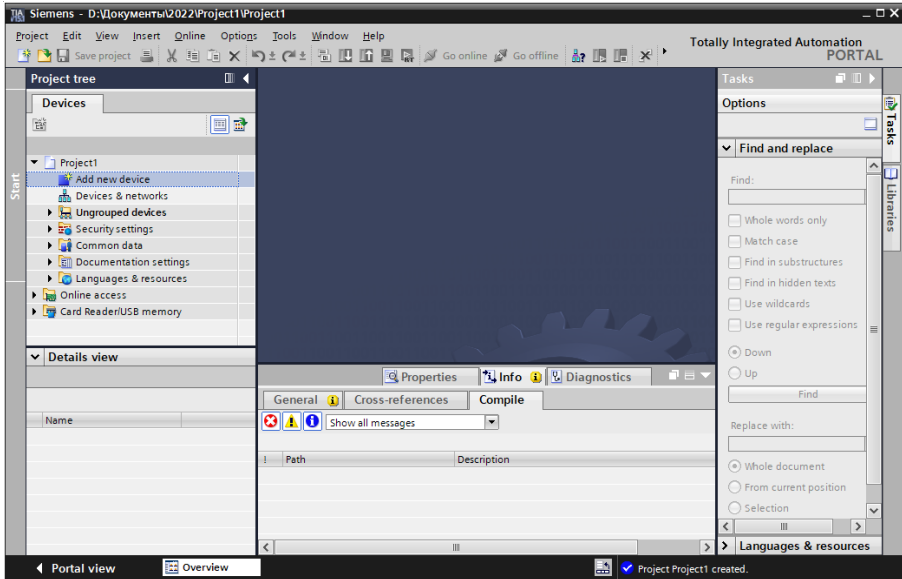


Рисунок 1.2 – Вид вікна проекту в режимі *Project view*

Далі треба внести інформацію про апаратне забезпечення. Конфігурування апаратної частини дозволяє встановити і налаштувати модулі контролерів.

Зробимо конфігурування апаратної частини із використанням модулю процесора CPU 1215C DC/DC/DC з номером 6ES7 215-1AG40-0XB0. Для цього виберемо пункт *Add new device* і в списку виберемо необхідний процесор (рисунок 1.3).

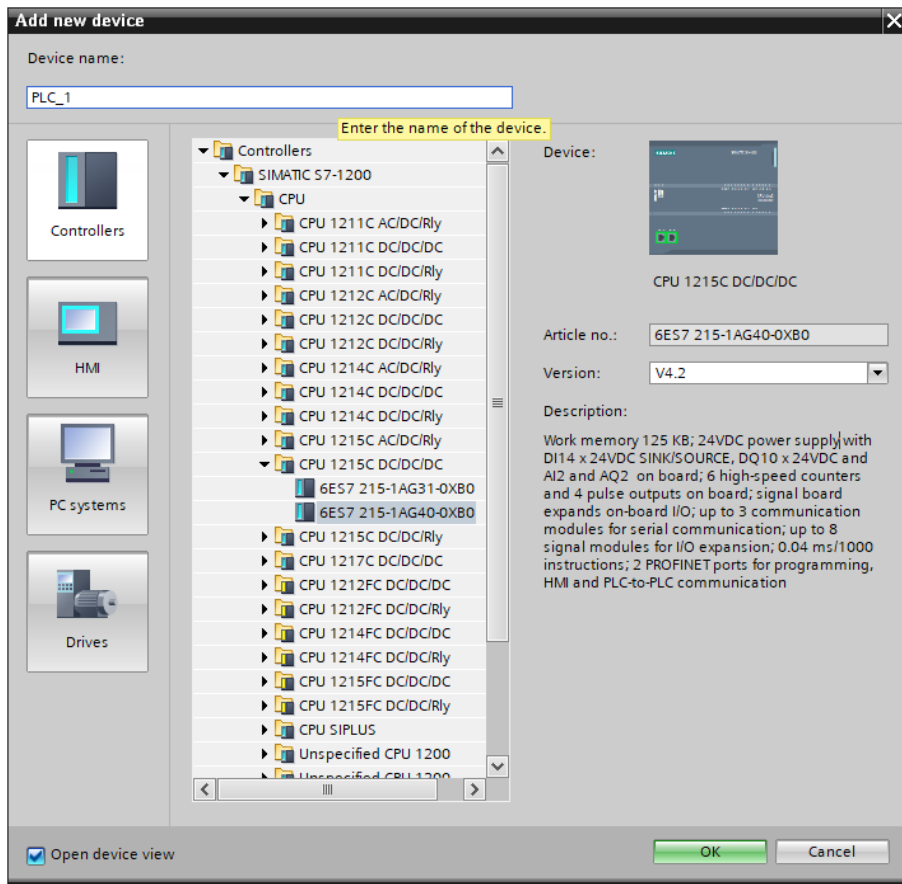


Рисунок 1.3 – Вікно вибору процесора станції

Вибравши процесор станції, вікно проекту матиме вид, показаний на рисунку 1.4.

Після виконаних кроків в структурі проекту у розділі *Program blocks* створиться програмний блок **Main [OB1]**.

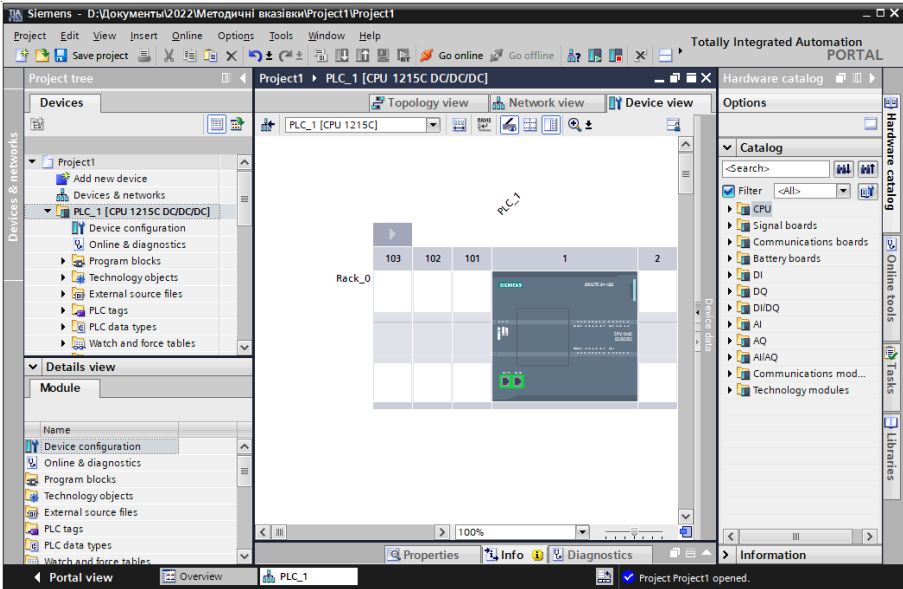


Рисунок 1.4 – Вид станції після конфігурування апаратної частини проєкту

### Заповнення таблиці символів.

При складанні програми керування зручніше оперувати не з абсолютними адресами системної пам'яті, а з їх символічними позначеннями (тегами). Заповнення таблиці символів проводиться у розділі *PLC tags*.

Для прикладу релейної схеми керування будемо використовувати чотири теги. Таблиця символів буде мати вигляд, представлений на рисунку 1.5. Вікно представляє собою таблицю, в якій для кожної адреси вказується символічне ім'я та тип. Для логічних типів вказується тип *Bool*. Оскільки для прикладу ми використовуємо теги, то в адресі слід прописати ідентифікатор операнду *M*.



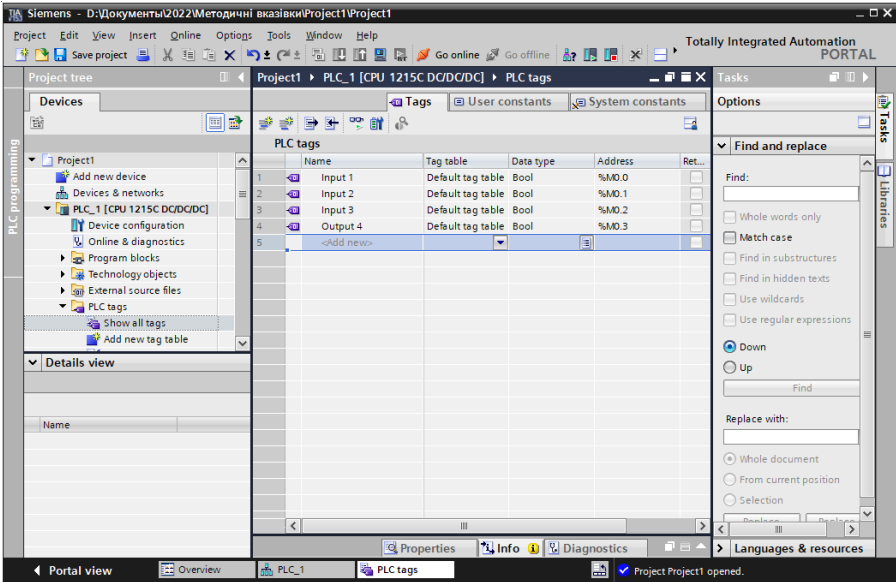


Рисунок 1.5 – Вид заповненої таблиці символів проекту

### Створення програми керування.

Основна циклічна програма керування розташовується в програмному блоці **Main [OB1]**. Для зміни мови програмування треба натиснути правою кнопкою миші на обраному блоці та у вкладці *Switch programming language* вибрати FBD. Після цього відкриваємо обраний програмний блок.

Програма розбита на окремі елементи – *Network*. Вони роблять програму структурованою та полегшують її візуальне сприйняття. В якості додаткової інформації в програмі можна вказати найменування та коментарі до кожного *Network*.

Справа від вікна редагування відкривається панель елементів *Instructions*, що включає в себе всі доступні програмні елементи і системні блоки.

При створенні програми мовою FBD графічні елементи програми «перетягуються» з використанням миші із панелі елементів або з панелі швидкого доступу.

Після розміщення елемента над елементом з'являється поле, в якому вказується адреса або символічне ім'я сигналу. Якщо сигнал

міститься в таблиці символів, можна відкрити список елементів таблиці, натиснувши на значок списку, праворуч від поля введення та вибравши зі списку потрібну адресу.

На рисунку 1.6 показано вікно редагування програмного блоку з прикладом програми із використанням блоків логічних операцій (>=1 – це блок логічної операції додавання, & - це блок логічної операції множення).

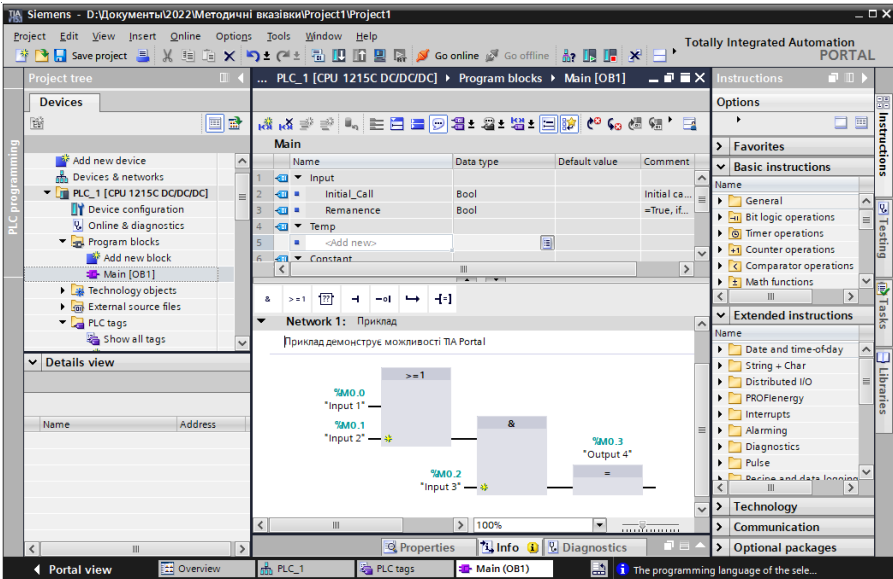




Рисунок 1.6 – Вікно редагування програмного блоку

## Компіляція та завантаження проєкту до симулятора S7-PLCSIM.

Після складання програми керування треба виконати компіляцію на наявність помилок у програмі. Для цього у горизонтальній панелі інструментів треба знайти кнопку  *Compile*.

При відсутності помилок завантажуюмо проєкт до симулятора S7-PLCSIM. Для цього натискаємо на кнопку  *Start simulation*.

Відкриються два вікна. Перше – це діалогове вікно налаштування інтерфейса завантаження, а друге – вікно симулятора контролера S7-PLCSIM (див. рисунок 1.7).

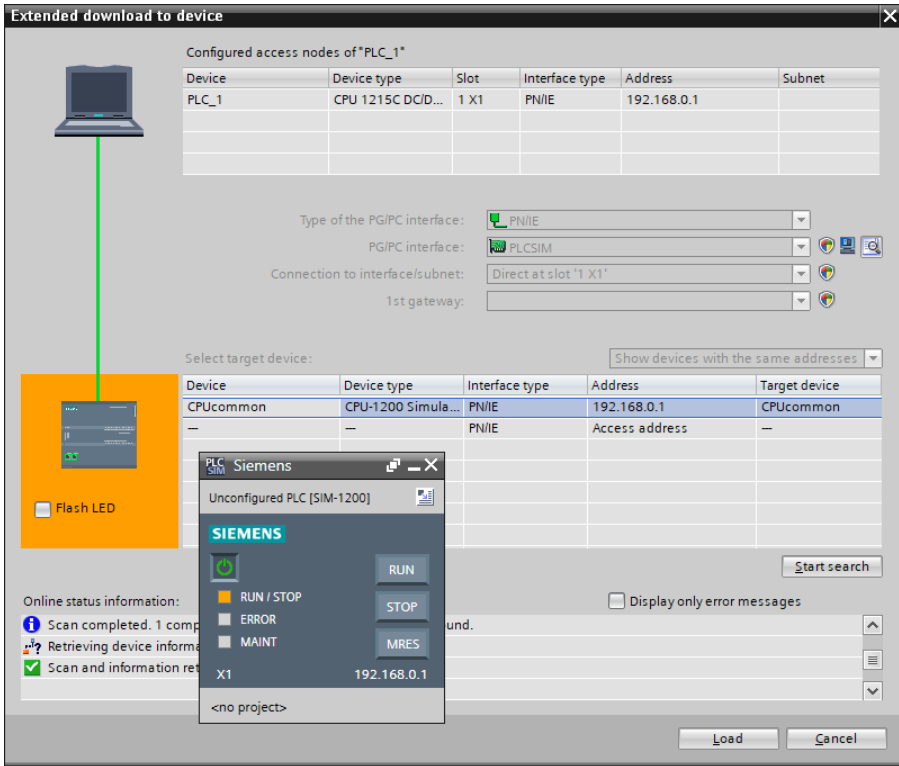


Рисунок 1.7 – Діалогове вікно налаштування інтерфейса завантаження та вікно симулятора контролера

Для пошуку симулятора контролера тиснемо на кнопку *Start search* та вибираємо контролер з IP-адресою симулятора. Далі завантажуюмо дані проекту натиснувши кнопку *Load*. Після успішного завантаження тиснемо на кнопку *Finish*.

Для запуску роботи у вікні S7-PLCSIM тиснемо на кнопку *RUN*.

Для перевірки роботи програми в режимі онлайн тиснемо у вікні проекту на сторінці редагування програмного блоку на кнопку



*Monitoring on/off.* Вікно проекту матиме вигляд, показаний на рисунку 1.8.

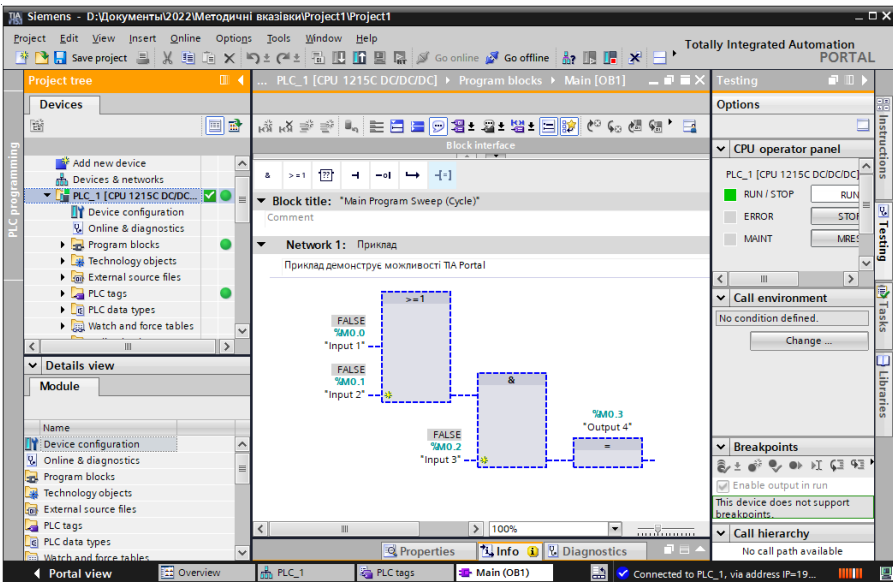


Рисунок 1.8 – Діалогове вікно проекту при з'єднанні онлайн контролера з симулятором

Для перевірки правильності роботи логіки натискаємо на вході *Input 1* правою кнопкою миші та у вкладці *Modify* тиснемо на *Modify to 1*. Цю дію повторюємо на *Input 3*.

Після виконання цих дій програма матиме вигляд, показаний на рисунку 1.9

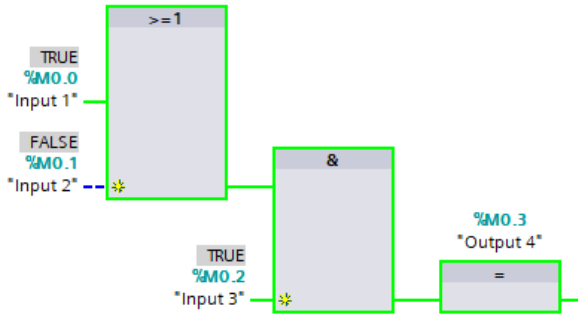


Рисунок 1.9 – Моделювання роботи програми

Активні блоки і сигнали виділяються зеленим кольором. В даному прикладі ми розглянули наступну логічну функцію:  $Output\ 4 = (Input\ 1\ OR\ Input\ 2)\ AND\ Input\ 3$ .

### Завдання.

Скласти програму, використовуючи логічні операції, за вказівками викладача.

Для завантаження нової програми керування треба натиснути правою кнопкою миші на блоці **Main [OB1]** та вибрати *Download to device* → *Software (only changes)*.

### Зміст звіту з лабораторної роботи.

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, скриншоти поетапного виконання лабораторної роботи та висновки.

### Контрольні запитання.

1. Поясніть послідовність кроків при створенні проєкту з використанням контролера Simatic S7-1200.

2. Яке призначення тегів? За допомогою яких засобів задаються теги?

3. Яким чином і для чого використовується симулятор контролера S7-PLCSIM? Поясніть послідовність запуску та налаштування симулятора.

## 2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11

### Створення та налагодження програми керування сортувальною станцією FESTO за допомогою контролера S7-1200

**Мета:** ознайомитись із порядком складання програми керування сортувальною станцією за допомогою контролера S7-1200.

#### Опис сортувальної станції.

Переміщення заготовок з однієї виробничої станції до іншої являється важливою задачею у промисловості. Конвеєр FESTO дозволяє реалістично моделювати промислову систему транспортування заготовки. Привідний двигун є реверсивним. Наявність заготовки та її тип визначається за допомогою сенсорів. Перенаправлення заготовки на похилий скат виконується за допомогою електромагніту. На рисунку 2.1 приведений загальний вигляд стенду.

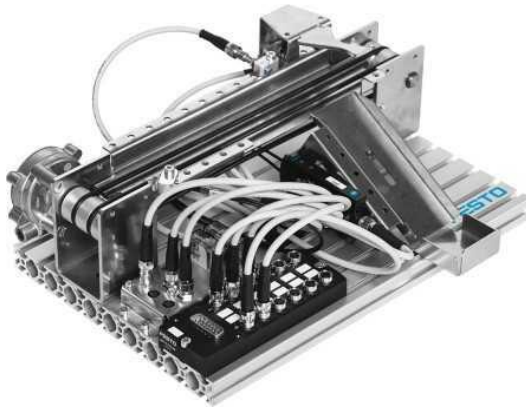


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд сортувальної станції FESTO

#### Ручний режим роботи сортувальної станції.

Для виконання цієї лабораторної роботи відкриємо вже готовий проєкт Lab\_2. В ньому вже виконана конфігурація апаратної частини.

Відкриваємо у структурі проєкту *PLC\_1 [CPU 1215C DC/DC/DC]* → *Program blocks* → **Logic [FC2]**. Цей функціональний

блок є робочим полем для складання програм керування. Всі необхідні теги вже створенні в таблиці символів і знаходяться за шляхом *PLC tags* → **Logic** (рисунок 3.4).

**Увага!** Для лабораторної роботи використовувати тільки теги з таблиці символів **logic [FC2]** (рисунок 2.2).

		Logic		
		Name	Data type	Address
Logic [FC2]	1	D	Bool	%M10.0
Outputs [FC3]	2	Y	Bool	%M10.1
System blocks	3	SQ1	Bool	%M10.2
Technology objects	4	SQ2	Bool	%M10.3
External source files	5	SB1	Bool	%M10.4
PLC tags	6	SB2	Bool	%M10.5
Show all tags	7	SA1	Bool	%M10.6
Add new tag table	8	SA2	Bool	%M10.7
Default tag table [38]	9	SB3	Bool	%M11.0
Logic [9]				

Рисунок 2.2 – Таблиця тегів для роботи

Перейдемо до складання програми керування сортувальною станцією у ручному режимі.

У функціональному блоці **Logic [FC2]** складаємо програму, показано на рисунку 2.3.

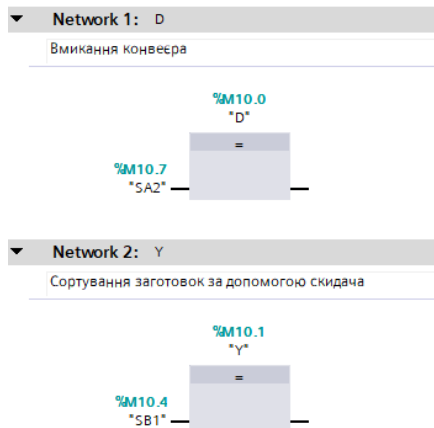


Рисунок 2.3 – Програма керування сортувальною станцією у ручному режимі.

Далі робимо компіляцію та завантажуюмо програму до контролера. Перевіряємо роботу сортувальної станції.

### Автоматичний режим роботи сортувальної станції.

Автоматична система керування має ряд переваг у порівнянні з ручною системою. Серед них є висока ефективність, швидкодія та точність. Тому прагнення підвищити продуктивність праці та збільшити якість продукції призводить до необхідності автоматизації промислових ліній.

Складемо програму автоматичної системи керування для сортувальної станції. У програмі використані таймери із затримкою на ввімкнення (TON) та із затримкою на вимкнення (TOF). Вони знаходяться справа від вікна редагування у панелі елементів *Instructions* → *Basic instructions* → *Timer operations*. Програма керування показана на рисунку 2.4.

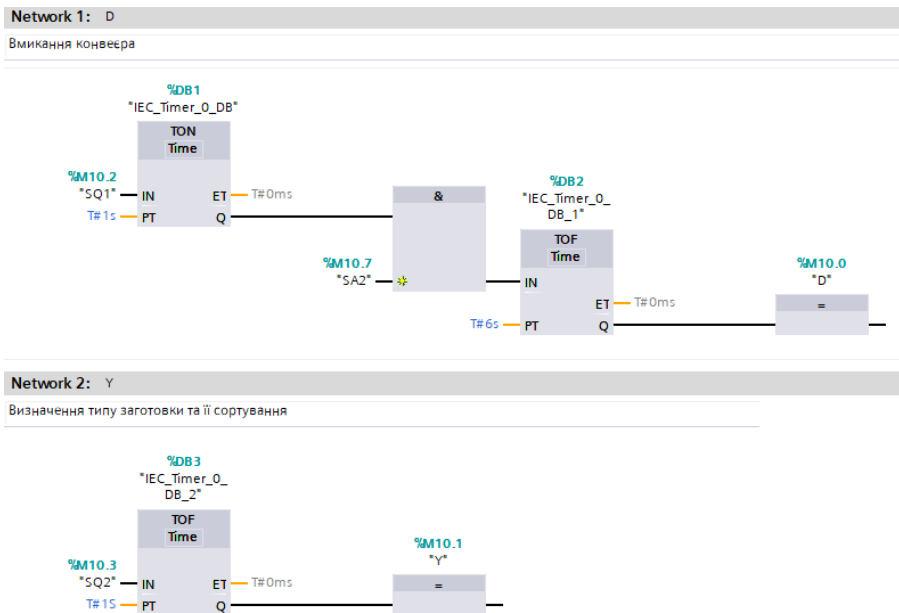


Рисунок 2.4 – Програма автоматичної системи керування сортувальною станцією



Для завантаження нової програми керування треба натиснути правою кнопкою миші на блоці **Logic [FC2]** та вибрати *Download to device* → *Software (only changes)*.

Перевіряємо роботу сортувальної станції.

### **Завдання.**

1. Скласти програму напівавтоматичного режиму роботи сортувальною станцією. В цьому режимі, при наявності заготовки, рух конвеєра ініціюється натисканням кнопки. Якщо при відсутності заготовки натискалаась кнопка, конвеєр не повинен починати рух коли заготовка з'явиться.

2. Зробити в програмі можливість вибору режиму (автоматичний/напівавтоматичний) за допомогою перемикача.

### **Зміст звіту з лабораторної роботи.**

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, скріншоти поетапного виконання лабораторної роботи та висновки.

### **Контрольні запитання.**

1. Які переваги та недоліки автоматичного режиму роботи?
2. Для чого в даній роботі використовувались таймери?
3. Поясніть принцип роботи та програмування таймера TOF.
4. Поясніть принцип роботи та програмування таймера TON.

### 3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

#### Керування рухом одного пневматичного циліндру


**Мета:** ознайомитись з симулятором SCADA системи WinCC RT Simulator. Отримати знання та навички зі складання програм керування одним циліндром (з бістабільним і моностабільним розподільниками). Визначити принципові відмінності програм керування цими розподільниками.

#### **Знайомство з симулятором SCADA системи WinCC RT Simulator.**

Для виконання цієї лабораторної роботи відкриємо вже готовий проєкт Lab\_3\_4. В ньому вже виконана конфігурація апаратної частини та зроблена модель об'єкту.

При розробці систем керування об'єктами широко використовується попереднє моделювання. Це дозволяє розробити програму та попередньо перевірити її працездатність, ефективність та знизити ризики пошкодження реального обладнання в процесі налагодження.

Одним із методів візуалізації моделі об'єкта в середовищі TIA Portal є розробка SCADA системи WinCC та її моделювання за допомогою програмного додатку RT Simulator.

Для запуску RT Simulator в структурі проєкту виберемо *HMI\_1 [KTP700 Basic PN]* та натиснемо на кнопку  *Start simulation*. На екрані з'явиться вікно як показано на рисунку 3.1.

SCADA система візуалізує модель пневматичного стенду, що показаний на рисунку 3.2.

На екрані RT Simulator можна побачити умовний вигляд трьох циліндрів, двох бістабільних та одного моностабільного розподільників та індикаторів сенсорів положення штоків циліндрів. Також нижче представлені органи керування, що використовуються в пульті (рисунок 3.3) для роботи зі стендом.

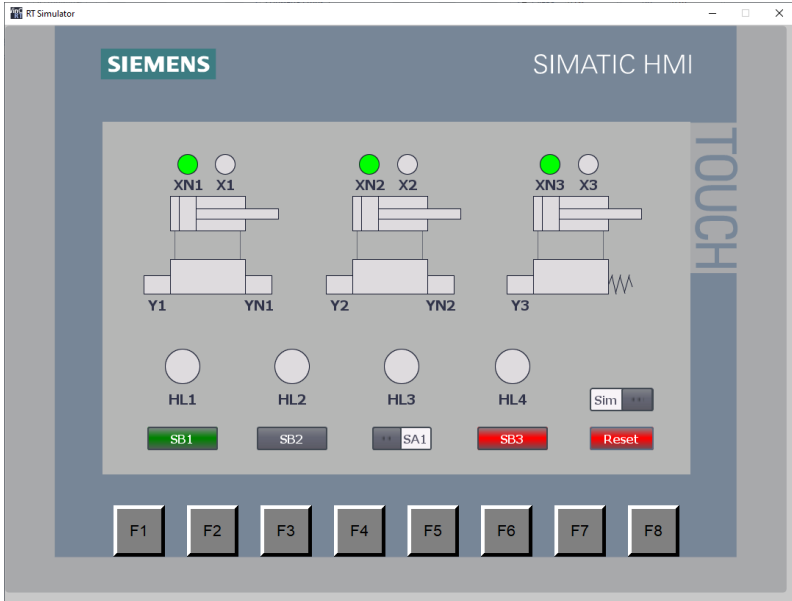


Рисунок 3.1 – Вікно симулятора SCADA системи RT Simulator

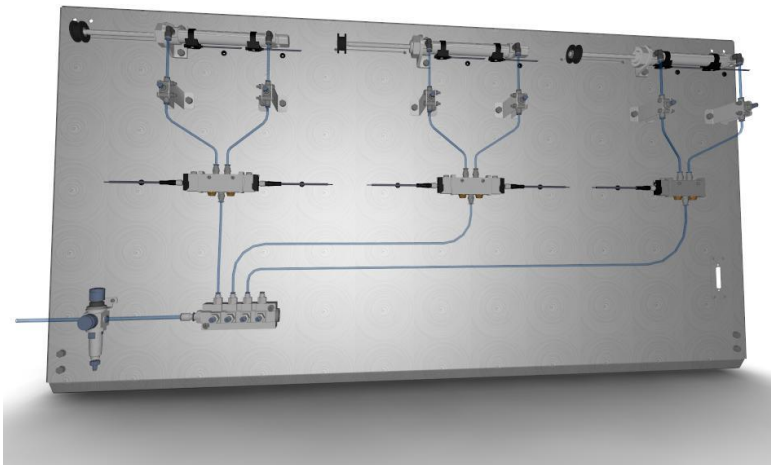


Рисунок 3.2 – Пневматичний стенд



Рисунок 3.3 – Пульт керування

Органи керування SCADA системи складаються з компонентів:

- SB1, SB2 – кнопки з нормально розімкненими контактами;
- SA1/SA2 – перемикач;
- SB3 – кнопка з нормально замкненим контактом;
- HL1, HL2, HL3, HL4 – індикатори;
- Real/Sim – перемикач режиму керування об'єктом/моделлю;
- Reset – встановлення початкового положення штоків циліндрів в режимі симуляції.

**Керування циліндром з моностабільним розподільником за допомогою кнопки з нормально розімкненим контактом.**

Відкриваємо у структурі проекту *PLC\_1 [CPU 1215C DC/DC/DC]* → *Program blocks* → **Logic [FC2]**. Цей функціональний блок являється робочим полем для складання програм керування. Всі необхідні теги вже створені в таблиці символів знаходяться за шляхом *PLC tags* → **Logic** (рисунок 3.4).

**Увага!** Для лабораторної роботи використовувати тільки теги з таблиці символів **logic [FC2]** (рисунок 3.3).

Logic				
		Name	Data type	Address
	1	XN1	Bool	%M10.0
	2	X1	Bool	%M10.1
	3	XN2	Bool	%M10.2
	4	X2	Bool	%M10.3
	5	XN3	Bool	%M10.4
	6	X3	Bool	%M10.5
	7	SB1	Bool	%M10.6
	8	SB2	Bool	%M10.7
	9	SA1	Bool	%M11.0
	10	SA2	Bool	%M11.1
	11	SB3	Bool	%M11.2
	12	YN1	Bool	%M11.3
	13	Y1	Bool	%M11.4
	14	YN2	Bool	%M11.5
	15	Y2	Bool	%M11.6
	16	Y3	Bool	%M11.7
	17	HL1	Bool	%M12.0
	18	HL2	Bool	%M12.1
	19	HL3	Bool	%M12.2
	20	HL4	Bool	%M12.3
	21	Memory	Bool	%M12.5

Рисунок 3.4 – Таблиця тегів для роботи

Складемо програму керування циліндром з моностабільним розподільником за допомогою кнопки з нормально розімкненим контактом.

У функціональному блоці **Logic [FC2]** складаємо програму, показано на рисунку 3.5.

**Network 1: Y3**  
Керування котушкою моностабільного розподільника за допомогою кнопки з нормально розімкненим контактом

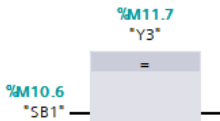


Рисунок 3.5 – Програма керування моностабільним розподільником за допомогою кнопки з нормально розімкненим контактом

Запускаємо S7-PLCSIM, завантажуємо дану програму та у RT Simulator вмикаємо режим керування моделлю, як показано на рисунку 3.6.

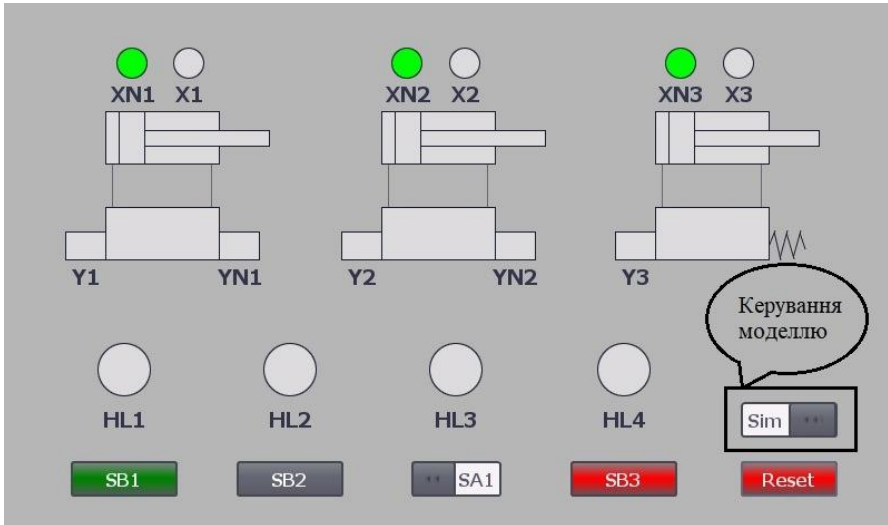


Рисунок 3.6 – Ввімкнення режиму керування моделлю

В процесі роботи бачимо, що коли утримуємо кнопку SB1 – шток третього циліндру з моностабільним розподільником – висувається. При відпусканні кнопки – шток повертається до початкового положення.

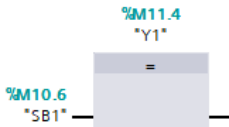
**Керування циліндром з бістабільним розподільником за допомогою двох кнопок з нормально розімкненими контактами.**

Складаємо програму, як показано на рисунку 3.7.

Для завантаження нової програми керування треба натиснути правою кнопкою миші на блоці **Logic [FC2]** та вибрати *Download to device* → *Software (only changes)*.

**Network 1: Y1**

Керування котушкою бістабільного розподільника за допомогою кнопки з нормально розімкненим контактом

**Network 2: YN1**

Керування котушкою бістабільного розподільника за допомогою кнопки з нормально розімкненим контактом

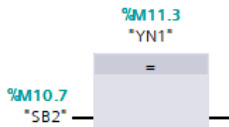


Рисунок 3.7 – Програма керування бістабільним розподільником

В процесі роботи бачимо, що коли натискаємо на кнопку SB1 – шток першого циліндру з бістабільним розподільником – висувається. При натисканні кнопки SB2 - шток повертається до початкового положення.

**Керування циліндром з моностабільним розподільником за допомогою кнопки з нормально розімкненим контактом та кнопки з нормально замкненим контактом.**

Складемо програму, як показано на рисунку 3.8.

Оскільки кнопка SB3 має нормально замкнений контакт, то на вході скидання біту R1 робимо інверсію.

В процесі роботи бачимо, що коли натискаємо на кнопку SB1 – шток першого циліндру з моностабільним розподільником – висувається. При цьому – кнопку тримати не потрібно. При натисканні кнопки SB3 - шток повертається до початкового положення.

**Network 2: Y3**

Керування котушкою моностабільного розподільвача за допомогою двох кнопок

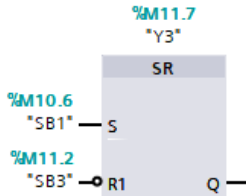


Рисунок 3.8 – Програма керування циліндром з моностабільним розподільником за допомогою кнопки з нормально розімкненим контактом та кнопки з нормально замкненим контактом

**Завдання.**

1. Скласти програму керування бістабільним розподільником другого циліндру за допомогою перемикача SA1/SA2.

2. Скласти програму керування бістабільним розподільником першого циліндру за допомогою кнопки з нормально розімкненим контактом та кнопки з нормально замкненим контактом.

3. Скласти програму керування моностабільним розподільником третього циліндру за допомогою кнопки з нормально розімкненим контактом. При першому натисканні на кнопку – шток циліндру висувається, при повторному натисканні – повертається у початкове положення.

**Зміст звіту з лабораторної роботи.**

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, скриншоти поетапного виконання лабораторної роботи та висновки.

**Контрольні запитання.**

1. Поясніть призначення моделі об'єкту?
2. Яка принципова різниця складання програми керування для моностабільного та бістабільного розподільників?



## 4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №13

### Керування пневматичним стендом FESTO за допомогою контролера S7-1200

**Мета:** отримати знання та навички зі складання програм автоматичного керування двома циліндрами із використанням сенсорів положення штоків.

#### Варіанти руху для двох циліндрів.

Розглянемо три варіанти руху двох циліндрів, які показано на рисунку 4.1.

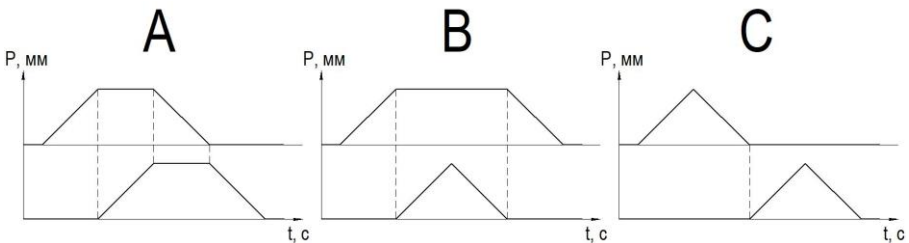


Рисунок 4.1 – Варіанти руху двох циліндрів

#### Варіант траєкторії руху двох циліндрів А.

Для виконання цієї лабораторної роботи відкриємо вже готовий проєкт Lab\_3\_4. В ньому вже виконана конфігурація апаратної частини та розроблена модель об'єкту.

Відкриваємо у структурі проєкту *PLC\_1 [CPU 1215C DC/DC/DC]* → *Program blocks* → **Logic [FC2]**. Цей функціональний блок являється робочим полем для складання програм керування. Всі необхідні теги вже створенні в таблиці символів знаходяться по шляху *PLC tags* → **Logic** (рисунок 3.3).

**Важливо!** Для лабораторної роботи використовувати тільки теги з таблиці символів **logic [FC2]** (рисунок 3.3) та додаткові теги, що за необхідності будуть створені вами.

Перейдемо до складання програми керування двома циліндрами варіанту А.

Складемо програму керування як показано на рисунку 4.2.

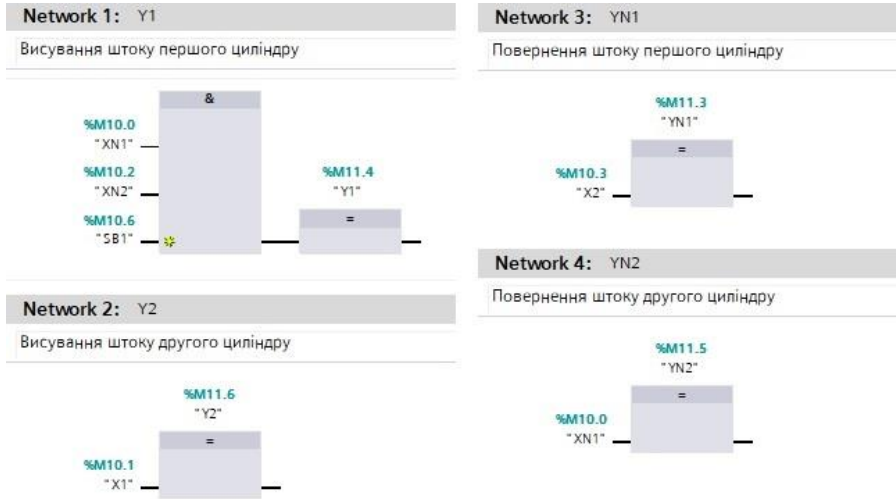


Рисунок 4.2 – Програма керування рухом двох циліндрів варіанту А

Завантажимо цю програму до S7-PLCSIM та запустимо RT Simulator увімкнувши режим керування моделлю, як показано на рисунку 3.5.

В процесі роботи бачимо, що коли натискаємо на кнопку SB1 – виконується цикл із чотирьох кроків, що відповідає траєкторії руху циліндрів варіанту А.

### Варіант траєкторії руху двох циліндрів В.

Перейдемо до складання програми керування двома циліндрами варіанту В.

Складемо програму керування як показано на рисунку 4.3.



Рисунок 4.3 – Програма керування рухом двох циліндрів варіанту В

В процесі роботи бачимо, що коли натискаємо на кнопку SB1 – виконується цикл із чотирьох кроків, що відповідає траєкторії руху циліндрів варіанту В. Також видно, що в цьому кроці використовується додаткова пам'ять.

### Завдання.

1. Скласти програму керування траєкторії руху С.
2. Перевірити правильність роботи програми за допомогою RT Simulator.
3. Після перевірки – вимкнути S7-PLCSIM, а у вікні RT Simulator – увімкнути режим керування реальним об'єктом за допомогою відповідного перемикача.
4. Під'єднатись до реального контролера S7-1200, завантажити програму та перевірити її працездатність на лабораторному стенді.

5. Виконати завдання у симуляторі S7-PLCSIM за своїм варіантом, наведеним у таблиці 4.1. Попередньо увімкнути режим керування моделлю у RT Simulator та повторити дії п.2 – п.4.

Таблиця 4.1 – Варіанти завдань

№ варіанту	Завдання
1	- траєкторія руху А; - перший циліндр з бістабільним розподільником; - третій циліндр з моностабільним розподільником; - кнопка запуску циклу з нормально замкненим контактом.
2	- траєкторія руху В; - перший циліндр з бістабільним розподільником; - третій циліндр з моностабільним розподільником; - кнопка запуску циклу з нормально розімкненим контактом.
3	- траєкторія руху С; - перший циліндр з бістабільним розподільником; - третій циліндр з моностабільним розподільником; - кнопка запуску циклу з нормально розімкненим контактом.

### **Зміст звіту з лабораторної роботи.**

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, скріншоти поетапного виконання лабораторної роботи та висновки.

### **Контрольні запитання.**

1. Поясніть призначення додаткової пам'яті?
2. Чому доцільно використовувати симулятор контролера та модель об'єкту перед тим, як завантажити програму до системи керування реальним об'єктом?
3. Що потрібно зробити для того, щоб адаптувати систему керування бістабільним розподільником для керування моностабільним?

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Руководство по программированию S7-1200/S7-1500. Entry-ID: 81318674, V1.4, 11/2015.
2. Пашков, Є.В. Електропневмоавтоматика у виробничих процесах: Навч. посібник / Є.В. Пашков, Ю.О. Осинський, О.О. Четв'юркін – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2003. – 496 с.
3. Пашков, Є.В. Промислові механотронні системи на основі пневмоприводу: Навч. посібник / Є.В. Пашков, Ю.О. Осинський. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2007. – 388 с.
4. Введение в мехатронику: уч. пособие / А.И. Грабченко, В.Б. Клепиков, В.Л. Доброскок и др. – Х.: НТУ «ХПИ», 2014. – 264 с.
5. Ловейкін, В.С. Мехатроніка: Навч. посібник / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, Ю.В. Човнюк – К., 2012. – 357 с.
6. Мехатроніка: циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації. / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцурова. - К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 160 с.
7. Губарев, О.П. Функціональні модулі систем мехатроніки з пневматичними, електромеханічними та гідравлічними виконавчими пристроями: навч. посібник / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцурова, К.О. Беліков, А.М. Муращенко – К. : НТУУ «КПІ», 2020. – 104 с.
9. DIN/ISO 1219-1 – Пневматика: умовні графічні позначення елементів на принципових схемах.
10. Электропневмоавтоматика FESTO. Основной курс TP 201 Учеб.; Перев. на рус. яз., ООО «Фесто-РФ». – М., 2003. – 292 с.
11. Osadchyy, V. Laboratory Stand for Investigation of Liquid Level Microprocessor Control Systems / V. Osadchyy, O. Nazarova // 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, Ukraine, 2020. - pp. 1-4. doi: 10.1109/PAEP49887.2020.9240868.
12. Назарова, О.С. Участь у змаганнях з мехатроніки як форма поглибленого вивчення інженерних дисциплін / О.С. Назарова, В.В. Осадчий, С.С. Шульженко, М.О. Олейніков, Р.В. Зінов'єв // Наука та освіта : зб. пр. XVI Міжнар. наук. конф., 4-11.01.22р., м. Хайдусобосло, Угорщина – Хмельницький ХНУ, 2021. - С.52-55.
13. Орловський, Б. В. Мехатроніка в галузевому машинобудуванні: навч. посіб. / Б.В. Орловський. – К.: КНУТД – 2018. – 416 с.

Додаток А

**Зразок оформлення титульної сторінки**

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра ЕПА

**Лабораторна робота № 10**  
**з дисципліни**  
**«Автоматизація технологічних комплексів»**

Виконав:  
студ. гр. Е-333

Іваненко І.І.

Перевірив:  
доцент

Петренко П.П.