# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



# ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ Кафедра інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

Д.О. Бешта, С.М. Ткаченко

# ТЕОРІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

> Дніпро НТУ «ДП» 2025

#### Бешта Д.О.

Теорія комп'ютерних систем [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія / Д.О. Бешта, С.М. Ткаченко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2025. – 26 с.

Автори Д.О. Бешта, канд. техн. наук, доц. С.М. Ткаченко, канд. техн. наук, доц.

Затверджено науково-методичною комісією спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія (протокол № 4 від 14.04.2025) за поданням кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії (протокол № 13 від 11.04.2025).

Методичні рекомендації містять опис методики виконання лабораторних робіт з дисципліни «Теорія комп'ютерних систем» здобувачами ступеня бакалавра спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія.

Орієнтовано на активізацію навчальної діяльності здобувачів ступеня бакалавра та закріплення практичних знань з даної дисципліни.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії В.В. Гнатушенко, д-р техн. наук, проф.

# **3MICT**

1	Всту		4			
I	1 1	раторна росота №1. Оостеження технологічного об'єкту Мета дабораторної роботи	5 5			
	1.2.	Організація виконання дабораторної роботи	5			
	1.3.	Зміст звіту	6			
	1.4.	Питання для підготовки до захисту дабораторної роботи	7			
2	Лабс	раторна робота №2. Робота у програмному середовиші ТІА	8			
	Porta	l ji				
	2.1.	Мета лабораторної роботи	8			
	2.2.	Організація виконання лабораторної роботи	8			
	2.3.	Зміст звіту	11			
	2.4.	Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи	12			
3	Лабс	раторна робота №3. Ознайомлення з інструкціями мови про-	13			
	грам	ування LAD. Усунення помилок та налагодження програми,				
	озна	йомлення з роботою симулятора PLCSIM				
	3.1.	Мета лабораторної роботи	13			
	3.2.	Організація виконання лабораторної роботи	13			
	3.3.	Зміст звіту	15			
	3.4.	Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи	16			
4	Лабс	раторна робота №4. Розробка алгоритмічної послідовності	17			
	функ	ціонування кіберфізичної системи				
	4.1.	Мета лабораторної роботи	17			
	4.2.	Організація виконання лабораторної роботи	17			
	4.3.	Зміст звіту	18			
	4.4.	Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи	19			
5	Лабс	раторна робота №5. Розробка лінійної програми для кіберфі-	20			
	ЗИЧН	ої системи				
	5.1.	Мета лабораторної роботи	20			
	5.2.	Організація виконання лабораторної роботи	20			
	5.3.	Зміст звіту	20			
	5.4.	Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи	21			
6	Лабс	раторна робота №6. Принципи побудови НМІ. Робота з екран-	22			
	НИМИ	и формами. Створення лицьових панелей (вікон). Організація				
	зв'яз	ку HMI-PLC				
	6.1.	Мета лабораторної роботи	22			
	6.2.	Організація виконання лабораторної роботи	22			
	6.3.	Зміст звіту	23			
	6.4.	Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи	24			
	Список рекомендованих джерел 2:					

#### ВСТУП

Методичні рекомендації призначені для здобувачів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, що вивчають дисципліну «Теорія комп'ютерних систем».

Методичні рекомендації включають роботи, у процесі виконання яких здобувачі отримують практичні навички у сфері кіберфізичних систем: обстеження технологічних об'єктів; аналіз сигналів і даних; створення алгоритмів КФС; робота у середовищі TIA Portal; програмування мовою LAD; використання симулятора PLCSIM; розробка, відлагодження та тестування лінійних програм для PLC; організація HMI-інтерфейсів; налаштування зв'язку HMI–PLC. Це готує здобувача до комплексного проектування кіберфізичних систем.

Перед виконанням лабораторної роботи здобувачі повинні:

– ознайомитися з методичними рекомендаціями;

– повторити лекційний матеріал, пов'язаний з лабораторною роботою;

– підготовити відповіді на питання, які наведені у методичних рекомендаціях наприкінці кожної лабораторної роботи.

Виконавши ці завдання, студент повинен продемонструвати викладачеві роботу на комп'ютері, оформити звіт за результатами роботи і захистити його. Звіт у форматі документа PDF в електронному вигляді надсилається на вебсторінку предмету платформи дистанційної освіти університету.

За умови своєчасного повного виконання лабораторних робіт, представлених у даних методичних рекомендаціях, студент отримує до 100 балів за лабораторний курс дисципліни «Теорія комп'ютерних систем». Виконання кожної з шести робіт оцінюється максимум по 17 балів.

Загальні вимоги до виконання лабораторної роботи, що мають забезпечити максимальну оцінку:

- повна відповідність звіту про виконання лабораторної роботи методичним рекомендаціям: 5 балів;

володіння практичними навиками, необхідними для виконання завдання:
 7 балів;

– володіння теоретичним матеріалом і про предмет досліджень, здатність спілкуватись за темою виконаної роботи: 5 балів;

У разі порушення термінів виконання й звітування бали, що виставляються за кожною роботою, зменшуються у два рази.

Терміни виконання:

– роботи 1, 2 і 3 мають бути виконані й захищені до тижня контрольних заходів першої чверті навчального семестру;

– роботи 4, 5 і 6 мають бути виконані й захищені до тижня контрольних заходів другої чверті навчального семестру.

Отримані студентом бали за лабораторні роботи додаються до балів, отриманих за виконання тестів з лекційного матеріалу і загальна сума ділиться на 3. Максимальна кількість балів за тести з лекційного матеріалу – 200, тому результуюча оцінка за предмет буде за 100-бальною шкалою оцінювання.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 ОБСТЕЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБ'ЄКТУ

#### Мета лабораторної роботи:

Отримати практичні навички з обстеження Об'єкту для формулювання вимог до побудови кіберфізичної системи.

#### Організація виконання лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи необхідно використовуючи методичні рекомендації, рекомендовану літературу та посилання, конспект лекцій виконати завдання та оформити звіт.

Завданням на лабораторну роботу є виконання наступних пунктів:

1. Ознайомитись з апаратними засобами та функціонуванням дидактичного комплексу Handling 2 FESTO;

2. Виконати аналіз сигналів від датчиків, та сигналів для керування виконавчими пристроями дидактичного комплексу Handling 2 FESTO скориставшись технічною документацією [1];

3. Скласти перелік вхідних та вихідних сигналів для системи збору та обробки даних та оформити у вигляді таблиці відповідно до прикладу (див. таблицю 1.1);

№ 3/п	Найменування	Ідентифікатор (згідно документації)	Напрямок вх./вих.	Вид	Джерело/Отримувач	Форма представлен- ня/Діапазон	Періодичність
1	2	3	4	5	6	7	8
Bxi	ідні сигнали						
1	Наявність заготовки на початку конвеєра	B1BG1	вхід	NO кон- такт	Оптоволоконний датчик SOEG-L- Q30-P-A-S-2L	0+24B	>1c
2	Визначення металевої заготовки	B1BG3	вхід	NO кон- такт	Датчик набли- ження індуктив- ний SIEN- M8NB-PS-S-L	0+24B	>1c
Ви	хідні сигнали						
3	Активація дефлекто- pa 1	G1MB1	вихід	NO кон- такт	Обертовий соле- ноїд Туре G DA X	=24B	>1c

Таблиця вхідних/вихідних сигналів кіберфізичної системи

4. Ознайомитись з апаратними засобами на базі лінійки Siemens Simatic S7-1200 та схемами підключення сигналів скориставшись технічною документацією [1];

5. Сформулювати експертне рішення (висновок) щодо можливості створення кіберфізичної системи дидактичного комплексу Handling 2 FESTO на базі Siemens Simatic S7-1200. Навести загальну підсумкову інформацію по об'єкту дослідження та варіант виконання кіберфізичної системи керування об'єктом;

6. Розробити варіант структурної схеми кіберфізичної системи;

7. Обрати CPU та за необхідності додаткові сигнальні та/або комунікаційні модулі розширення для апаратної реалізації кіберфізичної системи дидактичного комплексу Handling 2 FESTO з урахуванням реалізації людино-машинного інтерфейсу на базі PC або HMI;

8. Провести аналіз споживання струму кожним елементом/модулем комплексу та розрахувати потужність блоку живлення для кіберфізичної системи дидактичного комплексу Handling 2 FESTO;

9. Розробити таблицю підключення сигналів дидактичного комплексу Handling 2 FESTO до портів контролерної збірки, яку було обрано;

10. Відповідно до конспекту лекцій, методичних рекомендацій та рекомендованої літератури і посилань підготувати відповіді на контрольні запитання.

#### Зміст звіту

Підготувати звіт з виконання лабораторної роботи, який повинен включати: 1) титульний аркуш, на якому має бути вказано:

– академічна група;

– П.І.Б.;

– номер лабораторної роботи;

– тема лабораторної роботи.

Титульний аркуш має бути оформлено з використанням корпоративної символіки, а саме логотипу та шрифтів на базі *Neris* (див. посилання: https://www.nmu.org.ua/documents/)

2) постановка завдання та результати виконання у складі:

– мета лабораторної роботи;

– завдання лабораторної роботи;

– схематичне графічне зображення комплексу Handling 2 FESTO з описом складових елементів;

– структурна схема кіберфізичної системи комплексу Handling 2 FESTO;

- обрані апаратні засоби з обґрунтуванням;

– таблиця вхідних/вихідних сигналів комплексу Handling 2 FESTO;

– висновки (експертний висновок) з результатами обстеження. Вказати загальну кількість вхідних сигналів: DI/AI (з DI зазначити високошвидкісні) та вихідних сигналів: DQ/AQ та описати яких даних не вистачає для повного уявлення про Об'єкт;

– перелік елементів/модулів комплексу Handling 2 FESTO із зазначенням струму, що вони споживають та розрахунок блоку живлення;

– таблиця підключення сигналів дидактичного комплексу Handling 2 FESTO до портів контролерної збірки;

– висновок за результатами виконання роботи;

– перелік посилань на літературу, документацію та інформаційні джерела, які було використано при опрацюванні завдання.

Звіт має бути виконано у друкованому вигляді або у форматі \*.pdf для електронної звітності на платформах дистанційної освіти.

# Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Які сенсори та виконавчі механізми використовуються для моніторингу та керування процесами в об'єкті?

2. Які види сигналів генеруються сенсорами (аналогові, цифрові) і як вони впливають на процеси?

3. Які інтерфейси (фізичні та логічні) необхідні для зв'язку між сенсорами, контролерами та виконавчими механізмами?

4. Які комунікаційні протоколи (наприклад, Modbus, CAN, Ethernet) будуть використовуватися для передачі даних між компонентами?

5. Які ризики виникають при збоях або відмовах системи керування?

6. Чи існують вимоги до резервування обладнання або сигналів для забезпечення надійності роботи системи?

7. Як дані з об'єкта будуть інтегруватися в загальну інформаційну систему (SCADA)?

8. Які режими керування об'єктом передбачаються (ручний, автоматичний, дистанційний)?

9. Яка частота вимірювань або оновлення даних повинна бути для нормального функціонування системи керування?

10. Які зовнішні фактори можуть впливати на роботу кіберфізичної системи (температура, вологість, вібрації)?

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 РОБОТА У ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ТІА PORTAL

## 2.1 Мета лабораторної роботи

Ознайомитися з основами роботи у програмному середовищі TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal), вивчити основні функції та інструменти цього середовища для розробки програм для програмованих логічних контролерів (PLC). Навчитися створювати проекти, конфігурувати апаратні засоби в середовищі TIA Portal.

## 2.2 Організація виконання лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи необхідно використовуючи методичні рекомендації, рекомендовану літературу та посилання, конспект лекцій виконати завдання та оформити звіт.

Завданням на лабораторну роботу є виконання наступних пунктів:

1. Ознайомитись з стартовою сторінкою TIA Portal;

2. Ознайомитись з інтерфейсом ведення проєктів у TIA Portal;

3. Створити проєкт у TIA Portal скориставшись вкладинкою *Create new project*. Назву проєкту дати відповідно до прикладу: 123\_23\_1\_TarasShevchenko;

4. Додати до даних проєкту коментар: «Теорія комп'ютерних систем. Робота з TIA Portal. Розробка програми керування кіберфізичною системою комплексу Handling 2 FESTO» та додати прізвище та ім'я розробника скориставшись вкладинкою *Properties*... у контекстному меню для назви проєкту;

5. Додати до створеного проєкту керуюче обладнання, скориставшись вкладинкою *Add new device*, відповідно до рис.2.1 (враховуючи номер для замовлення). Змінити назву контролера у проєкті на PLC\_1214с;





a) модуль CPU б) сигнальний модуль SM 2.5.1. Керуюче обладнання комплексу Handling 2 FESTO

6. Переглянути налаштування мережевого адаптеру на ПК;

7. Виконати налаштування мережевих параметрів ПЛК для роботи у одній локальній мережі разом з ПК. Для цього скористатись вкладинками: *Device configuration, Properties, Ethernet addresses*;

8. Перевірити наявність підключення до локальної мережі середовища ТІА Portal через вкладинку Online access;

9. Проаналізувати таблицю підключень сигналів дидактичного комплексу Handling 2 FESTO, див. таблицю 2.1.

Джерело сигналу (датчик, кнопка) 1	Отримувач сигналу (виконавчій пристрій, лампа) 2	Цифровий вхід/вихід на ПЛК <b>3</b>	Цифровий вхід/вихід на сигнальному модулі <b>4</b>	Коментар 5
,		Портальни	ий модуль	
(визначе	ення позиції та	переміщення	каретки в гориз	зонтальній площині)
1B1	-	DIa1	-	Визначення зупинки каретки на місці захоплення
1B3	-	DIa3	-	Визначення зупинки каретки на місці сортування
1B2	-	DIa2	-	Визначення зупинки каретки на місці вивантаження
-	M1-R	DQa0	-	Керування рухом каретки до місця завантаження
-	M1-F	DQa1	-	Керування рухом каретки до місця вивантаження
		Модуль	каретки	
(визначення	позиції та керул керування	вання пристрованням	оєм захоплення 1. визначення ко	в вертикальній площині, опьору)
2B1	-	DIa4	-	Визначення стану: пристрій захоплення опущено
2B2	-	DIa5	-	Визначення стану: пристрій захоплення піднято
3B1	-	DIa6	-	Визначення кольору: заготовка не чорна

Таблиця 2.1 – Підключення сигналів комплексу Handling 2 FESTO

Закінчення таблиці 2.1						
1	2	3	4	5		
-	MB1	DQa2	-	Керування рухом пристрою захоплення у вертикальній площині		
-	MB2	DQa3	-	Керування пристроєм захоплення		
(ви	Мод значення позиц	уль магазину ії та керувані	подачі заготово на пристроєм по	ок одачі заготовок)		
		ii iu Repybuiii				
G1BG1	-	-	DIa0	магазину подачі витягнуто		
G1BG2	-	-	DIa1	Шток циліндру магазину подачі втягнуто		
-	G1MB1	DQa0	-	Витягнути шток циліндру магазину подачі		
		Лот	ГКИ			
	(виз	начення наяв	вності заготовон	()		
Part_Av1	-	-	DIa3	Визначення наявності заготовки у лотку подачі 1		
G1BG3	-	-	DIa2	Визначення наявності заготовки у лотку подачі 2 (з магазину)		
		Сигнальн	ий стовп			
	1	(світлова си	гналізація)			
-	G1Q1	DQal	-	Зелена лампа		
-	G1Q2	DQa2	-	Жовта лампа		
-	G1Q3	DQa3	-	Червона лампа		
	(kenv	Операторс: вання та світ	ька панель пова сигнацізац	ig)		
<u>S1</u>	-	-	DIb0	Кнопка Start		
<u>S1</u> S2	_	_	DIb1	Кнопка Stop		
S3	-	-	DIb2	Перемикач з ключем (Auto/Man)		
<u> </u>	-	_	DIb3	Кнопка Reset		
-	Start		DOb0	Лампа кнопки Start		
_	Reset	_	DOb1	Лампа кнопки Reset		
_	01	_	DOb2	Лампа О1		
-	Q2	-	DQb3	Лампа Q2		

10. Відповідно до таблиці підключень розробити таблицю змінних для вхідних/вихідних сигналів відповідно до зразка див. таблицю 2.2.

Chi HajiiB						
Вхід/вихід керуючого пристрою	Ім'я змінної	Тип даних	Адреса	Коментар		
PLC_DIa0	LowLvl	Bool	%I0.0	Нижній рівень		
PLC_DIa1	HghLvl	Bool	%I0.1	Верхній рівень		
PLC_DIb0	AlrmLvl	Bool	%I1.0	Аварійний рівень		
PLC_DQa5	Pump	Bool	%Q0.5	Керування насосом		
PLC_AI0	Lvl	Int	%IW64	Динамічний рівень		
SM_DIa0	BttnStart	Bool	%I8.0	Кнопка Старт		
SM_DIb3	BttnStop	Bool	%I9.3	Кнопка Стоп		
SM_DQa5	AlrmLmp	Bool	%Q8.5	Лампа сигналізації аварії		
SM_DQb5	WorkLmp	Bool	%Q9.5	Лампа сигналізації роботи		

Таблиця 2.2 – Приклад оформлення перелік змінних для вхідних/вихідних

11. Створити таблиці тегів OP\_TAGS та H2\_TAGS у проєкті TIA Portal для стенду MPS Handling2 відповідно до таблиці змінних за допомогою вкладинок *PLC Tags*, та *Add new tag table*.

#### 2.3 Зміст звіту

Підготувати звіт з виконання лабораторної роботи, який повинен включати:

1) титульний аркуш на якому має бути вказано:

– академічна група;

– П.І.Б.;

– номер лабораторної роботи;

– тема лабораторної роботи.

Титульний аркуш має бути оформлено з використанням корпоративної символіки, а саме логотипу та шрифтів на базі *Neris* (див. посилання: https://www.nmu.org.ua/documents/)

2) постановка завдання та результати виконання у складі:

– мета лабораторної роботи;

– завдання лабораторної роботи;

– знімок екрану з зображенням обраного керуючого обладнання та описом серії моделі та номеру для замовлення;

– знімок екрану з зображенням налаштувань мережевого адаптера на ПК;

- знімок екрану з зображенням мережевих налаштувань для ПЛК;

– знімок екрану з зображенням пристроїв, що підключено до локальної мережі;

– таблиця змінних для вхідних/вихідних сигналів;

- знімок екрану з зображенням таблиць тегів OP\_TAGS та H2\_TAGS;

– перелік посилань, на літературу, документацію та інформаційні джерела, які було використано при опрацюванні завдання.

– висновок за результатами виконання роботи.

Звіт має бути виконано у друкованому вигляді або у форматі \*.pdf для електронної звітності на платформах дистанційної освіти.

#### 2.4 Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Що таке TIA Portal, і які його основні можливості для роботи з програмованими логічними контролерами (PLC)?

2. Як створити новий проєкт у TIA Portal, і які дані потрібно вказати під час створення?

3. Як додати коментар та інформацію про розробника у властивостях проєкту?

4. Як додати керуюче обладнання до проєкту, і які налаштування потрібно змінити для контролера?

5. Як перевірити та налаштувати параметри мережевого адаптера на ПК?

6. Які кроки потрібно виконати для налаштування Ethernet-адреси ПЛК у середовищі TIA Portal?

7. Як перевірити підключення ПЛК до локальної мережі через ТІА Portal?

8. Що таке таблиця змінних у ТІА Portal, і як її створити?

9. Для чого створюються таблиці тегів (наприклад, OP\_TAGS та H2\_TAGS), і як це зробити?

10. Які етапи потрібно виконати для розробки програми керування кіберфізичною системою в TIA Portal?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ІНСТРУКЦІЯМИ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ LAD. УСУНЕННЯ ПОМИЛОК ТА НАЛАГОДЖЕННЯ ПРОГРАМИ, ОЗНАЙОМЛЕННЯ З РОБОТОЮ СИМУЛЯТОРА PLCSIM

#### 3.1 Мета лабораторної роботи

Ознайомитися з основними інструкціями мови програмування LAD (Логічні діаграми релейних схем) для програмованих логічних контролерів. Навчитися виявляти та усувати помилки в програмах, використовуючи інструменти налагодження. Ознайомитися з роботою симулятора PLCSIM для моделювання і тестування програм управління технологічними процесами в середовищі програмованого контролера без підключення до фізичного обладнання.

## 3.2 Організація виконання лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи необхідно використовуючи методичні рекомендації, рекомендовану літературу та посилання, конспект лекцій виконати завдання та оформити звіт.

Завданням на лабораторну роботу є розробка програмних блоків на базі проєкту ТІА Portal створеного у Л.Р.№2.

При виконанні завдань у загальному вигляді необхідно:

1. Створити окремі функції для кожного завдання;

2. Додати за необхідності нові теги та/або змінні з додаванням коментарів;

3. У створених функціях додати програмний код, що забезпечить реалізацію відповідних до завдань;

4. Для перевірки працездатності додати одну з створених функцій у основний організаційний блок програми *Main*, інші функції видалити;

5. Завантажити програмну та апаратну конфігурацію у симулятор ПЛК за допомогою кнопки Start simulation інтерфейсу TIA Portal;

6. В інтерфейсі симулятора PLCSIM перейти у вигляд проєкту скориставшись кнопкою *Switch to Project view*, створити новий проєкт симуляції (приклад: 123\_23\_2\_LinaKostenko\_SIM), додати необхідні теги для забезпечення симуляції роботи програм у таблиці *SIM table*;

7. Відкрити необхідний програмний блок у TIA Portal та перейти у симуляцію онлайн режиму роботи;

8. Шляхом активації тих чи інших сигналів або активації внутрішніх змінних у PLCSIM виконати симуляцію роботи програмних блоків та, за необхідності, виконати відлагодження програми.

## Завдання 1. NO та NC контакти у процесі та у програмі

Обладнання панелі оператора комплексу Handling 2 FESTO, що використовується: кнопки Start (S1), Stop (S2), Reset (S4); лампа Q1 (P3).

Створити функцію Lab3\_Zavd1 у якій розмістити програмні ланки на мові LAD, які забезпечать наступну функціональність: коли сигнал від першої кнопки у логічному рівнянні є True (+24V), а сигнал від другої кнопки у логічному рівнянні є False (0V) то вихідний сигнал на керування лампою Q1 (P3) має бути

активованим у всіх випадках (див. табл. 3.1). Врахувати, що фізично кнопки мають наступне виконання: Start (S1) – NO, Stop (S2) – NC, Reset (S4) – NO.

таозищи эт	таозици умов		
Програмна ланка:	Програмна ланка:	Програмна ланка:	Програмна ланка:
INETWORK I	Network 2	Network 3	INETWORK 4
Логічна схема, що	Логічна схема, що	Логічна схема, що	Логічна схема, що
реалізується:	реалізується:	реалізується:	реалізується:
S1&S4:=Q1	S1&S2:=Q1	S2&S1:=Q1	S2&S2:=Q1

Таблиця 3.1 – Таблиця умов

Для реалізації вибору виконання тої чи іншої програмної гілки у поточній функції додати у меркерну пам'ять змінні: RunNet1, RunNet2, RunNet3, RunNet4. При відлагодженні програми почергово змінювати стан цих змінних на True у симуляторі. Для імітації спрацьовування кнопок — змінювати значення відповідних змінних на True у симуляторі.

#### Завдання 2. Арифметичні команди та команди порівняння мови LAD

Обладнання панелі оператора комплексу Handling 2 FESTO, що використовується: кнопки Start (S1), Stop (S2), Reset (S4); лампа Q1 (P3); лампа Q2 (P4).

Створити функцію Lab3\_Zavd2.

Створити таблицю тегів у вкладинці *PLC tags* з назвою Lab3\_TAGs та додати туди змінні X1, X2 та Y1 у М-пам'ять контролера та константу X3=5.

Створити у функції Lab3\_Zavd2 програмні ланки на мові LAD, які виконають наступні кроки.

Крок 1. При натисканні на кнопку Start (S1) програмно мають бути присвоєні значення для змінних X1=10, X2=5.

Крок 2. При натисканні на кнопку Stop (S2) програмно мають бути присвоєні значення для змінних X1=10, X2=5.

Крок 3. При натисканні на кнопку Reset (S4) має бути виконана арифметична операція X2+X3 результат якої необхідно зберегти у змінну Y1.

Крок 4. Оцінити виконання умови X1 = Y1. Якщо результат порівняння є True, то активувати вихідний сигнал на керування лампою Q1 (P3), якщо результат порівняння є False, то активувати вихідний сигнал на керування лампою Q2 (P4).

Врахувати, що фізично кнопки мають наступне виконання: Start (S1) – NO, Stop (S2) – NC, Reset (S4) – NO.

При відлагодженні програми для імітації спрацьовування кнопок – змінювати значення відповідних змінних на True у симуляторі.

## Завдання 3. Робота з програмним таймером мови LAD

Обладнання комплексу Handling 2 FESTO, що використовується: кнопки Start (S1), Reset (S4), датчики пневмоциліндр MB1, лампи Q1 (P3) та Q2 (P4).

Створити граф керування об'єктами кіберфізичної системи відповідно до послідовності кроків.

Крок 1. При натисканні на кнопку Start (S1), вмикається лампа Q1 (P3) та запускається витримка у часі на 4 секунди.

Крок 2. Після спливання часу витримки має активуватися пневмоциліндр MB1 (цільовий стан – шток пневмоциліндра висунуто) та увімкнутися лампа Q2 (P4).

Крок 3. Після натискання на кнопку Reset (S4) пневмоциліндр MB1 дезактивується, лампи Q1 та Q2 вимикаються і система повертається у початковий стан.

Створити функцію Lab3\_Zavd3.

Створити у функції Lab3\_Zavd3 програмні ланки на мові LAD відповідно до графу керування.

Увага! Може знадобитися створення додаткових змінних у М-пам'яті для фіксації станів графу.

Виконати відлагодження програми у симуляторі.

Завантажити програму у ПЛК та перевірити працездатність.

#### Завдання 4. Робота з програмним лічильником мови LAD

Обладнання комплексу Handling 2 FESTO, що використовується: кнопки Start (S1), Stop (S2), Reset (S4), датчики пневмоциліндр MB1, лампи Q1 (P3) та Q2 (P4), лампи сигнального стовпа зелена G1Q1, жовта G1Q2, червона G1Q3.

Доопрацювати граф з завдання 3 відповідно до вимог:

– змінити витримку часу (крок 1) на 2 секунди;

– додати програмний лічильник, який буде підраховувати кількість повних циклів спрацьовувань пневмоциліндра MB1 (під повним циклом слід розуміти, що шток висунувся та повернувся у початковий стан);

– налаштувати лічильник таким чином, щоб він рахував до 3; в процесі зміни поточного рахунку мають вмикатися лампи світлового стовпа відповідно до правила: якщо статус лічильника 1, то вмикається зелена лампа G1Q1; якщо 2, то жовта G1Q2; якщо 3, то червона G1Q3; якщо статус лічильника більше ніж 3, то лампи зелена G1Q1 та жовта G1Q2 вимикаються, червона G1Q3 залишається ввімкненою;

– скидання лічильника реалізувати у будь який момент за умови натискання на кнопку Stop (S2). При цьому всі лампи сигнального стовпа вимикаються.

Увага! Може знадобитися створення додаткових змінних у М-пам'яті для фіксації станів графу та збереження поточного стану лічильника.

Виконати відлагодження программи у симуляторі.

Завантажити програму у ПЛК та перевірити працездатність.

## 3.3 Зміст звіту

Підготувати звіт з виконання лабораторної роботи, який повинен включати:

1) титульний аркуш на якому має бути вказано:

– академічна група;

– П.І.Б.;

– номер лабораторної роботи;

– тема лабораторної роботи.

Титульний аркуш має бути оформлено з використанням корпоративної символіки, а саме логотипу та шрифтів на базі *Neris* (див. посилання: https://www.nmu.org.ua/documents/)

2) постановка завдання та результати виконання у складі:

– мета лабораторної роботи;

– завдання лабораторної роботи;

– для завдання 1: знімок екрану з зображенням програмного коду та процесу перевірки роботи в симуляторі;

– для завдання 2: знімок екрану з зображенням доданих змінних, констант, програмного коду та процесу перевірки роботи в симуляторі;

– для завдання 3: навести розроблений граф керування, навести повний лістинг програмного коду, знімок екрану з зображенням процесу перевірки при завантаженні в ПЛК;

– для завдання 4: навести розроблений граф керування, навести повний лістинг програмного коду, знімок екрану з зображенням процесу перевірки при завантаженні в ПЛК;

– висновок за результатами виконання роботи;

– перелік посилань, на літературу, документацію та інформаційні джерела, які було використано при опрацюванні завдання.

Звіт має бути виконано у друкованому вигляді або у форматі \*.pdf для електронної звітності на платформах дистанційної освіти.

#### 3.4 Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Що таке мова LAD і які її основні особливості?

2. Які основні інструкції для роботи з бітовою логікою використовуються в LAD, і яка їх роль у програмуванні?

3. Як додати нові теги та змінні в TIA Portal, і чому важливо додавати коментарі?

4. Як створити новий проєкт симуляції в PLCSIM, і які дані необхідно додати в таблицю SIM table?

5. У чому різниця між нормально відкритим (NO) і нормально закритим (NC) контактами пристрою що формує вхідний сигнал?

6. Як змінюється стан контакту у програмі LAD залежно від стану вхідного сигналу?

7. Які основні арифметичні операції доступні в LAD? Наведіть приклади їх використання.

8. Як використовуються команди порівняння в LAD, і які типи порівнянь підтримуються?

9. Як налаштувати таймер для виконання конкретного завдання?

10. Як забезпечити коректне обнуління лічильника у програмі?

11. Що означає поняття "онлайн режим роботи" у TIA Portal, і які переваги воно надає?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 РОЗРОБКА АЛГОРИТМІЧНОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ

## 4.1 Мета лабораторної роботи

Ознайомлення з методами розробки алгоритмічної послідовності кіберфізичної системи на основі графів. Формування практичних навичок побудови графів для моделювання процесів і пошуку оптимальних шляхів виконання завдань.

## 4.2 Організація виконання лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи необхідно використовуючи методичні рекомендації, рекомендовану літературу та посилання, конспект лекцій виконати завдання та оформити звіт.

Завданням на лабораторну роботу є виконання наступних пунктів:

1. Використовуючи словесний опис функціонування комплексу Handling 2 FESTO (див. таблицю 4.1) розробити алгоритмічну послідовність виконання програми у вигляді графу станів;

2. Виконати аналіз розробленого графу для можливої оптимізації.

T 7 4 1		1	•			TT 11'	
$1 a 6 \pi u \pi 4 1 - 1$	(повеснии	опис фу	VHKIIIOHY	лванна	комплексу	/ Handli	$n\sigma$ / $HESI()$
гаолици н.г	Chobeeninin	onne $\psi_j$	упкцюп	y Duillin .	Rownintercy	IIuliuli	

Етап	Стан							
A1:	Станція під'єднана до електричного та пневматичного живлення.							
	Всі механізми станції вимкнені.							
	Всі лампи панелі керування вимкнені							
	Всі лампи сигнального стовпа станції вимкнені.							
A2:	ПЛК виконав самодіагностування та готовий до роботи.							
	Вмикається лампа кнопки Reset на панелі керування.							
B1:	Натиснуто кнопку Reset.							
B2:	Пристрої станції приймають початковий стан:							
	<ul> <li>пристрій захоплення зачинено;</li> </ul>							
	<ul> <li>пристрій захоплення піднято;</li> </ul>							
	<ul> <li>каретка пристрою захоплення у положенні А.</li> </ul>							
	На панелі керування:							
	- вмикається лампа кнопки Start;							
	- вимикається лампа кнопки Reset;							
	<ul> <li>вимикається червона лампа сигнального стовпа.</li> </ul>							
C1:	Натиснуто кнопку Start.							
C2:	Вимикається лампа на кнопці Start.							
	Вмикається лампа Q1.							
D:	У лотку подачі 1 присутня заготовка.							
	Магазин подачі подає заготовку на лоток подачі 2.							
	Якщо заготовка присутня на лотку подачі 2, то перехід до етапу Е.							
	Якщо заготовка відсутня на лотку подачі 2, то перехід до етапу F.							

Закінчення таблиці 4.1

Етап	Стан						
E:	Вмикається зелена лампа на сигнальному стовпі;						
	Відбувається витримка спрацьовування 1,5с.						
	Пристрій захоплення відчиняється.						
	Пристрій захоплення опускається вниз до заготовки.						
	Пристрій захоплення стискає заготовку.						
	Пристрій захоплення підіймається з заготовкою;						
	Якщо заготовка чорного кольору, то перехід до етапу D.						
	Якщо заготовка не чорного кольору, то перехід до етапу Е.						
F:	вмикається червона лампа на сигнальному стовпі;						
	всі механізми станції вимкнути;						
	всі лампи панелі керування вимкнені;						
	всі лампи сигнального стовпа станції вимкнені окрім червоної;						
	і далі перехід до кроку 2.						
C :	Каретка переміщає заготовку у місце сортування (лоток №1);						
	вимикається зелена лампа на сигнальному стовпі і далі етап А.						
E:	Каретка переміщає заготовку у місце вивантаження (лоток №2 або наступна за						
	потоком станція) і далі етап F.*						
	* - Якщо задіяна "наступна за потоком" станція, то перехід до етапу F має						
	виконуватись після отримання сигналу готовності цієї станції (визначається по						
	спрацьовуванні відповідного датчика).						
F:	Пристрій захоплення відчиняється і заготовка звільняється;						
	пристрої станції приймають початковий стан;						
	вимикається зелена лампа на сигнальному стовпі;						
	перехід до етапу А.						
Якщо	у будь-який час прибрано заготовку з лотка подачі 1 - має увімкнутися жовта лампа на						
сигнал	сигнальному стовпі.						
Якщо	у будь-який час заготовка знаходиться у лотку подачі 1 - має вимкнутися жовта лампа						
на сиг	нальному стовпі.						
Якщо	у будь-який час натиснуто кнопку Stop – пристрій захоплення звільняє заготовку, усі						
механ	зми станції, лампи панелі керування та лампи сигнального стовпа вимикаються.						
Перех	Перехід до кроку 2.						

## 4.3 Зміст звіту

Підготувати звіт з виконання лабораторної роботи, який повинен включати: 1) титульний аркуш на якому має бути вказано:

– академічна група;

– П.І.Б.;

- номер лабораторної роботи;

– тема лабораторної роботи.

Титульний аркуш має бути оформлено з використанням корпоративної символіки, а саме логотипу та шрифтів на базі *Neris* (див. посилання: https://www.nmu.org.ua/documents/)

2) постановка завдання та результати виконання у складі:

– мета лабораторної роботи;

– завдання лабораторної роботи;

– навести розроблену алгоритмічну послідовність у вигляді графа станів;

– навести результати аналізу розробленого графу для можливої оптимізації;

– висновок за результатами виконання роботи;

– перелік посилань, на літературу, документацію та інформаційні джерела, які було використано при опрацюванні завдання.

Звіт має бути виконано у друкованому вигляді або у форматі \*.pdf для електронної звітності на платформах дистанційної освіти.

# 4.4 Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Що така алгоритмічна послідовність, і як вона використовується в кіберфізичних системах?

2. Які основні кроки розробки графу для моделювання кіберфізичної системи?

3. Як врахувати можливість розгалуження чи паралельні процеси у графі?

4. Як правильно визначити стани кіберфізичної системи при побудові графу станів?

5. Які критерії слід враховувати при виборі переходів між станами в графі?

6. Як з використанням графу станів можна мінімізувати енергоспоживання або максимізувати продуктивність системи?

7. Яким чином перевірити правильність та повноту побудованого графу станів?

8. Які типи подій можуть ініціювати переходи між станами в графі кіберфізичної системи?

9. Як інтегрувати різні типи сенсорів і виконавчих механізмів у граф станів для адекватної реакції на зміни в навколишньому середовищі?

10. Як забезпечити стійкість і відмовостійкість графу станів при збоях або непередбачених подіях у кіберфізичній системі?

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 РОЗРОБКА ЛІНІЙНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ

## 5.1 Мета лабораторної роботи

Формування практичних навичок з написання структурованого програмного коду для ПЛК на мові LAD (Ladder Logic), який забезпечить взаємодію компонентів кіберфізичної системи, таких як сенсори та виконавчі механізми. Налаштування та програмування ПЛК із застосуванням організаційних блоків для збору даних та управління виконавчими пристроями. Виконання пусконалагоджувальних робіт.

## 5.2 Організація виконання лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи необхідно використовуючи методичні рекомендації, рекомендовану літературу та посилання, конспект лекцій виконати завдання та оформити звіт.

Завданням на лабораторну роботу є розробка програмних блоків на базі проєкту ТІА Portal створеного у Л.Р.№2 та графу станів, розробленого у Л.Р.№4.

В процесі виконання необхідно:

1. Розробити програму для програмного блоку StartUp;

2. Розробити програму для основної алгоритмічної послідовності (графу станів) у організаційному блоці Маіп;

3. Описати послідовність дій, яка має виконуватись при перевірці програми на роботоспроможність;

4. Виконати пуско-налагоджувальні роботи по запуску стенду в експлуатацію та оформити таблицю результатів відповідно до прикладу (див. таблицю 5.1).

Таблиця 5.1 – Результати виконання пуско-налагоджувальної роботи по запуску стенду в експлуатацію

Умова або дія, що	Очікуваний	Отриманий	Висновки про
виконується	результат	результат	доопрацювання
			(за необхідності)

Якщо при перевірці роботи виникає невідповідність між очікуваним та отриманим результатом, то записуємо прогноз на доопрацювання і продовжуємо заповнення таблиці з того кроку на якому була помічена помилка.

# 5.3 Зміст звіту

Підготувати звіт з виконання лабораторної роботи, який повинен включати: 1) титульний аркуш на якому має бути вказано:

академічна група;

– П.І.Б.;

– номер лабораторної роботи;

– тема лабораторної роботи.

Титульний аркуш має бути оформлено з використанням корпоративної символіки, а саме логотипу та шрифтів на базі *Neris* (див. посилання: https://www.nmu.org.ua/documents/)

2) постановка завдання та результати виконання у складі:

– мета лабораторної роботи;

– завдання лабораторної роботи;

– роздруківка вкладинки проєкту PLC tags;

– роздруківка вкладинки проєкту Program blocks;

– опис послідовності дій для перевірки програми на роботоспроможність;

– таблиця з результатами виконання пуско-налагоджувальної роботи по запуску стенду в експлуатацію;

– висновок за результатами виконання роботи;

– перелік посилань, на літературу, документацію та інформаційні джерела, які було використано при опрацюванні завдання.

Звіт має бути виконано у друкованому вигляді або у форматі \*.pdf для електронної звітності на платформах дистанційної освіти.

#### 5.4 Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Як забезпечити взаємодію між сенсорами і виконавчими механізмами через програму ПЛК?

2. Яким чином організаційні блоки ПЛК можуть бути використані для збору даних з сенсорів?

3. Які етапи налаштування ПЛК необхідно виконати перед запуском програми?

4. Як правильно підключити сенсори та виконавчі механізми до ПЛК?

5. Які кроки необхідно виконати під час пуско-налагоджувальних робіт при тестуванні програми для кіберфізичної системи?

6. Як перевірити правильність збору та обробки даних з сенсорів?

7. Які методи використовуються для моніторингу та відлагодження програми на етапі тестування?

8. Які заходи безпеки слід враховувати при програмуванні системи управління виконавчими механізмами?

9. Як забезпечити правильну взаємодію між різними компонентами кіберфізичної системи, використовуючи програмування на мові LAD?

10. Яким чином ви можете реалізувати зворотний зв'язок між виконавчими механізмами та сенсорами в програмі для ПЛК?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6 ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ НМІ. РОБОТА З ЕКРАННИМИ ФОРМАМИ. СТВОРЕННЯ ЛИЦЬОВИХ ПАНЕЛЕЙ (ВІКОН). ОРГАНІЗАЦІЯ ЗВ'ЯЗКУ НМІ-РLC

#### 6.1 Мета лабораторної роботи

Формування практичних навичок у проектуванні та реалізації НМІ, створенні екранних форм та лицьових панелей для керування процесами. Ознайомлення з принципами побудови НМІ та налаштування зв'язку між НМІ і ПЛК для забезпечення обміну даними та контролю за процесами.

#### 6.2 Організація виконання лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи необхідно використовуючи методичні рекомендації, рекомендовану літературу та посилання, конспект лекцій виконати завдання та оформити звіт.

Завданням на лабораторну роботу є розробка людино-машинного інтерфейсу на базі проєкту ТІА Portal створеного у Л.Р.№5.

В процесі виконання необхідно:

1. Додати до проєкту PC station з вкладники PC systems;

2. Додати до PC station пакет WinCC RT Advanced;

3. Додати до PC station комунікаційний модуль IE general;

4. У вкладинці проєкту Devices & networks налагодити зв'язок між НМІ та ПЛК;

5. У проєкті додати новий Templates та дати назву Tmpl\_1;

6. У Tmpl\_1 за допомогою екранних форм відтворити зовнішній вигляд панелі оператора OP1;

7. У проєкті додати нові Screens та дати назву Scrn\_Main, Scrn\_Graf;

8. Виконати привязку Tmpl\_1 до Scrn\_Main та Scrn\_Graf;

9. У Scrn\_Main за допомогою екранних форм відтворити схематичне графічне зображення комплексу Handling 2 FESTO;

10. У Scrn\_Graf за допомогою екранних форм відтворити граф функціонування кіберфізичної системи відповідно до Л.Р.№4;

11. Додати до Scrn\_Main та Scrn\_Graf кнопки взаємних переходів та кнопку виходу з режиму Runtime;

12. Створити у проєкті у вкладинці HMI tags нову таблицю тегів та занести туди теги які відповідають тегам PLC;

13. Налаштувати прив'язку між елементами віртуальної панелі Tmpl\_1 та HMI tags;

14. Налаштувати прив'язку між елементами Scrn\_Main та Scrn\_Graf та HMI tags;

15. Налаштувати зв'язок між НМІ та ПЛК для двостороннього обміну даними (збір інформації з сенсорів та управління виконавчими механізмами);

16. Описати послідовність дій, яка має виконуватись при перевірці людиномашинного інтерфейсу на роботоспроможність; 17. Виконати пуско-налагоджувальні роботи для тестування взаємодії між НМІ та ПЛК та оформити таблицю результатів відповідно до прикладу (див. таблицю 6.1).

Результати виконання пуско-налагоджувальної роботи по запуску людиномашинного інтерфейсу в експлуатацію

		1 1	
Умова або дія, що	Очікуваний	Отриманий	Висновки про
виконується	результат	результат	доопрацювання
			(за необхідності)

Якщо при перевірці роботи виникає невідповідність між очікуваним та отриманим результатом, то записуємо прогноз на доопрацювання і продовжуємо заповнення таблиці з того кроку на якому була помічена помилка.

# 6.3 Зміст звіту

Підготувати звіт з виконання лабораторної роботи, який повинен включати: 1) титульний аркуш на якому має бути вказано:

– академічна група;

– П.І.Б.;

– номер лабораторної роботи;

– тема лабораторної роботи.

Титульний аркуш має бути оформлено з використанням корпоративної символіки а саме логотипу та шрифтів на базі *Neris* (див. посилання: https://www.nmu.org.ua/documents/)

2) постановка завдання та результати виконання у складі:

– мета лабораторної роботи;

- завдання лабораторної роботи;
- роздруківка вкладинки проєкту HMI tags;
- знімок екрану з зображенням вкладинки Devices & networks;
- знімок екрану з зображенням Tmpl\_1;

- знімок екрану з зображенням Scrn\_Main;

- знімок екрану з зображенням Scrn\_Graf;

– опис послідовності дій для перевірки розробленого людино-машинного інтерфейсу на роботоспроможність;

– таблиця з результатами виконання пуско-налагоджувальної роботи по запуску людино-машинного інтерфейсу в експлуатацію;

– висновок за результатами виконання роботи;

– перелік посилань, на літературу, документацію та інформаційні джерела, які було використано при опрацюванні завдання.

Звіт має бути виконано у друкованому вигляді або у форматі \*.pdf для електронної звітності на платформах дистанційної освіти.

## 6.4 Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Що таке HMI (Human-Machine Interface) і які його основні функції в кіберфізичних системах?

2. Які типи екранних форм існують у системах НМІ? Як вони використовуються для керування процесами?

3. Що таке лицьова панель (вікно) в контексті НМІ? Які елементи можна розмістити на лицьовій панелі для моніторингу і керування?

4. Як організувати зв'язок між НМІ і ПЛК для обміну даними? Які протоколи зазвичай використовуються для цього зв'язку?

5. Які етапи включає процес налаштування зв'язку між НМІ та ПЛК?

6. Як створюються екранні форми для відображення стану процесів в HMI? Які параметри можна налаштувати в екранних формах?

7. Які типи візуальних елементів можна використовувати для створення інтерфейсів (графічні елементи, кнопки, перемикачі, діаграми тощо)?

8. Як проводиться тестування і налагодження роботи НМІ після його розробки та налаштування зв'язку з ПЛК?

# СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Модульні виробничі системи MPS від Festo Didactic [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://surl.li/zxrkpd (дата звернення 07.01.2024р.)

2. Simatic S7-1200, продукти та рішення [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://surl.li/dbysgz (дата звернення 07.01.2024р.)

Навчальне видання

Бешта Дмитро Олександрович Ткаченко Сергій Миколайович

## ТЕОРІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

Видано в авторській редакції

Електронний ресурс. Підписано до видання Авт. арк. 1,9.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» 49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19