

Метадані

ДОКУМЕНТ

Заголовок

2026_Олійник Д.С._ФІТ_ІТТС_СІ-22-1

Автор

Олійник Д.С.

Науковий керівник / Експерт

Николайчук М.Я.

ІД документу

334330101

ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

підрозділ

Каф. ІТТС

ЗВІТ

Дата звіту

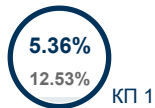
6/15/2026

Дата редагування

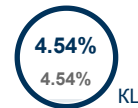
6/15/2026

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.

**6470**

Кількість слів

**48378**

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		3
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		11

Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

#	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	2026_Слівінська_О.Р._ФІТ_ІТТС_СІ-22-1 6/11/2026	44 (0.68 %)

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ITTC)

2	2025_Насташук М.Ю._ФІТ_ІТТС_СІ-21-1 6/18/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ITTC)	36 (0.56 %)
3	2025_Насташук М.Ю._ФІТ_ІТТС_СІ-21-1 6/18/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ITTC)	36 (0.56 %)
4	https://repo.nung.edu.ua/bitstreams/b7eb01e0-75a4-46bc-84ab-413631085fc2/download	32 (0.49 %)
5	2025_Насташук М.Ю._ФІТ_ІТТС_СІ-21-1 6/18/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ITTC)	23 (0.36 %)
6	2025_Насташук М.Ю._ФІТ_ІТТС_СІ-21-1 6/18/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ITTC)	20 (0.31 %)
7	2025_Крохмалюк Я.І._ФІТ_ІТТС_СІ-21-1 6/23/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ITTC)	20 (0.31 %)
8	https://repo.nung.edu.ua/bitstreams/b7eb01e0-75a4-46bc-84ab-413631085fc2/download	15 (0.23 %)
9	https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s15010-024-02463-y.pdf	14 (0.22 %)
10	2025_Крохмалюк Я.І._ФІТ_ІТТС_СІ-21-1 6/23/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ITTC)	14 (0.22 %)

Домашня база даних (10.59 %)



#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	2025_Крохмалюк Я.І._ФІТ_ІТТС_СІ-21-1 6/23/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ITTC)	491 (50) (7.59 %)
2	2025_Насташук М.Ю._ФІТ_ІТТС_СІ-21-1 6/18/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ITTC)	135 (7) (2.09 %)
3	2026_Слівінська О.Р._ФІТ_ІТТС_СІ-22-1 6/11/2026 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ITTC)	44 (1) (0.68 %)
4	2026_Гринішак В.С._ФІТ_ІТТС_ІСТ-22-1 6/11/2026 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ITTC)	9 (1) (0.14 %)
5	2025_Ваврикович М.П._ФІТ_ІТТС_СІ-23-1К 6/13/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ITTC)	6 (1) (0.09 %)

Програма обміну базами даних



#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
---	-----------	--

Інтернет (1.95 %)



#	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
---	-------------	---

6	https://repo.nung.edu.ua/bitstreams/b7eb01e0-75a4-46bc-84ab-413631085fc2/download	96 (8) (1.48 %)
7	https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s15010-024-02463-y.pdf	20 (2) (0.31 %)
8	https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/19116/1/2021_M_IMI_Gritsenko_VA.pdf	10 (1) (0.15 %)

Список прийнятих фрагментів

#	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
2025_Крохмалюк Я.І._ФІТ_ІТТС_СІ-21-1		455 (7.03%)
1	керівник роботи Николайчук М. Я. к.т	7 (0.11%)
2	Зм. Арк. No докум. дата підп. крб. СІ крохмалюк Николайчук заміховський Розроб. П...	11 (0.17%)
3	Пояснювальна записка Аркуш Аркушів ІФНТУНГ, СІ- 21 1Возний Літ Н 6 51 ЗМІСТ с....	20 (0.31%)
4	ВИСНОВКИ	14 (0.22%)
5	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 8КРБ.СІ	10 (0.15%)
6	ПЗ ВСТУП Актуальність теми полягає у необхідності	7 (0.11%)
7	Практичне значення роботи полягає у розробленні	6 (0.09%)
8	Кваліфікаційна робота бакалавра містить вступ, три розділи на	8 (0.12%)
9	використаних джерел. Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк.	9 (0.14%)
10	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 10КРБ.СІ	10 (0.15%)
11	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 11КРБ.СІ	10 (0.15%)
12	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 12КРБ.СІ	10 (0.15%)
13	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 13КРБ.СІ	10 (0.15%)
14	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 15КРБ.СІ	10 (0.15%)
15	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 16КРБ.СІ	10 (0.15%)
16	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 18КРБ.СІ	10 (0.15%)
17	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 19КРБ.СІ	10 (0.15%)
18	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 20КРБ.СІ	10 (0.15%)
19	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 21КРБ.СІ	10 (0.15%)
20	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 22КРБ.СІ	10 (0.15%)
21	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 23КРБ.СІ	10 (0.15%)
22	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 24КРБ.СІ	10 (0.15%)
23	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 27КРБ.СІ	10 (0.15%)
24	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 28КРБ.СІ	10 (0.15%)
25	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 29КРБ.СІ	10 (0.15%)

26	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 31КРБ.СІ	10 (0.15%)
27	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 32КРБ.СІ	10 (0.15%)
28	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 33КРБ.СІ	10 (0.15%)
29	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 36КРБ.СІ	10 (0.15%)
30	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 37КРБ.СІ	10 (0.15%)
31	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 38КРБ.СІ	10 (0.15%)
32	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 39КРБ.СІ	10 (0.15%)
33	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 40КРБ.СІ	10 (0.15%)
34	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 41КРБ.СІ	10 (0.15%)
35	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 42КРБ.СІ	10 (0.15%)
36	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 43КРБ.СІ	10 (0.15%)
37	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 44КРБ.СІ	10 (0.15%)
38	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 45КРБ.СІ	10 (0.15%)
39	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 46КРБ.СІ	10 (0.15%)
40	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 47КРБ.СІ	10 (0.15%)
41	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 48КРБ.СІ	10 (0.15%)
42	ПЗ ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА 1	6 (0.09%)
43	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 49КРБ.СІ	10 (0.15%)
44	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 50КРБ.СІ	10 (0.15%)
45	БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА Тема бакалаврської роботи	5 (0.08%)
46	Обсяг пояснювальної записки в аркушах 51 арк. Перелік креслень графічної части...	12 (0.19%)
2026_Гринішак_В.С._ФІТ_ІТТС_ІСТ-22-1		9 (0.14%)
1	Зм. Арк. No докум. Підп. Дата Арк. 25КРБ	9 (0.14%)

6

Міністерство освіти і науки України

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інформаційних технологій

Кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій і систем

Олійник Дмитро Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 004.415:004.5

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Розроблення методичного забезпечення лабораторного практикуму

«Програмування WEB-інтерфейсу систем управління»

5) назва роботи)

Системна інженерія - Інтернет речей

6) назва освітньої програми)

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

(шифр і назва спеціальності)

Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело:

Здобувач освітнього ступеня Д.С. Олійник

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник к.т.н., доц. М.Я. Николаичук

3) (підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника) Дopusчено до захисту

Завідувач кафедри к.т.н., доц. О.Л. Заміховська (посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище) Івано-Франківськ – 2026 Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (повне найменування закладу вищої освіти)

2) Інститут Інформаційних технологій

Кафедра Інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем

6) Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 174 - «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІТТС д.т.н., проф. Заміховський Л.М.

« » 2026 року ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Олійнику Дмитру Сергійовичу

6) (прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи Розроблення методичного забезпечення лабораторного практикуму «Програмування WEB-інтерфейсу систем управління»

1) керівник роботи Николайчук М. Я. к.т. н., доцент кафедри ІТТС.

затверджено наказом закладу вищої освіти від «07» квітня 2025 року №164/7.

2. Строк подання студентом роботи 12.06.2026

6) 3. Вихідні дані до роботи: PLC S7-1500, Середовище проектування TIA PORTAL, AngularJS, Webserver API, Visual Studio Code, PROFINET/IE, S7-PLCSIM Advanced.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1) ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ І СПОСОБИ ПРОЄКТУВАННЯ WEB-ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ.

2) РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИЧНОГО ПРИКЛАДУ ПРОЄКТУ

3 WEB-СЕРВЕРОМ PLC S7-1500.

3) ТЕСТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ WEB-СЕРВЕРА PLC S7-1500.

6) 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Технологія створення WEB-додатків на базі PLC Simatic S7. 2. Проектний інтерфейс програмного середовища TIA Portal. 3. Visual Studio Code для створення WEB-інтерфейсу PLC. 4. Параметрування інтерфейсу завантаження WEB-додатків у PLC Simatic S7-1500. 5. Структура прикладної програми і терів PLC S7-1500.

6. Мнемосхеми WEB-сервера PLC Simatic S7-1500 «Tank Overview».

6. Дата видачі завдання 12.03.2026

6) КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

No

з/п

Назва етапів бакалаврської роботи

Термін виконання

етапів роботи

Примітка

1

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ І СПОСОБИ ПРОЄКТУВАННЯ WEB-ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

01.04.2026 виконано

2

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИЧНОГО ПРИКЛАДУ ПРОЄКТУ 3

WEB-СЕРВЕРОМ PLC S7-1500

01.05.2026 виконано

3

ТЕСТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ

WEB-СЕРВЕРА PLC S7-1500

01.06.2026 виконано

2 Оформлення пояснювальної записки та графічної частини.

12.06.2026 виконано

Студент _____ Д. С. Олійник

(підпис) (прізвище та ініціали) Керівник роботи _____ М. Я. Николайчук (підпис) (прізвище та ініціали) АНОТАЦІЯ

Олійник Д. С. Розроблення методичного забезпечення лабораторного

практикуму «Програмування WEB-інтерфейсу систем управління» ІФНТУНГ, 2026. 50 с. Бакалаврська робота на здобуття освітнього ступеня

бакалавр за освітньо- професійною програмою «Системна інженерія – Інтернет речей», спеціальності

174 - «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Івано-Франківський національний університет нафти і газу. Івано-

Франківськ, 2026.

2 Розроблено методичне забезпечення лабораторного практикуму.

«Програмування WEB-інтерфейсу систем управління» на базі PLC

Simatic S7-1500 та технології User-Defined Web Pages.

Розроблено у Visual Studio Code користувацький WEB-інтерфейс на

основі технології AngularJS. Виконано завантаження та інтеграцію User-

Defined Web Pages на вбудований WEB-сервер PLC Simatic S7-1500 за

допомогою інструментарію Simatic S7 Webserver API.

Протестовано можливість сумісної роботи і взаємодії між симулятором

S7-PLCSIM Advanced та іншими компонентами проєкту, включаючи

вбудований WEB-сервер PLC.

Ключові слова: АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ,

2 PLC Simatic S7-1500, TIA PORTAL, WEB-СЕРВЕР PLC, ANGULAR JS,

USER-DEFINED WEB PAGES, WEB-SERVER API.

ANNOTATION

Oliynik D. S. Development of Educational and Methodological Materials

for the Laboratory Course «Programming Web Interfaces of Control Systems».

IFNTUOG, 2026. 50 pages.

Bachelor's thesis submitted for the Bachelor's Degree in the educational and professional program «System Engineering – Internet of Things», specialty 174 –

«Automation, Computer-Integrated Technologies and Robotics». Ivano-Frankivsk

National Technical University of Oil and Gas. Ivano-Frankivsk, 2026.

Methodological support for the laboratory workshop «Programming Web

Interfaces for Control Systems» was developed based on the Simatic S7-1500 PLC and User-Defined Web Pages technology.

A customWeb interface was developed in Visual Studio Code using AngularJS technology. User-Defined Web Pages were uploaded to and integrated with the built-in Web server of the Simatic S7-1500 PLC using the Simatic S7 Web Server API toolkit.

The possibility of joint operation and interaction between the S7-PLCSIM Advanced simulator and other project components, including the built-in PLC Web server, was tested and verified.

Keywords: AUTOMATED CONTROL SYSTEM, SIMATIC S7-1500 PLC, TIA PORTAL, PLC WEB SERVER, ANGULAR JS, USER-DEFINED WEB PAGES, WEB SERVER API.

1 Зм. Арк No .докум. ДатаПідп.

КРБ. СІ – 18.00.00.000 ПЗ

Олійник

Николайчук

Заміховська

Розроб. Перев. Н.контр. Затв.

Розроблення методичного

забезпечення лабораторного

практикуму «Програмування WEB-

інтерфейсу систем управління»

1 Пояснювальна записка Аркуш Аркушів ІФНТУНГ, СІ- 22- 1Возний Літ Н 6 50

ЗМІСТ с. ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ 7

ВСТУП 8

1 ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ І СПОСОБИ

ПРОЄКТУВАННЯ WEB-ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ 9

1.1 Інструментальні засоби проєктування

WEB-інтерфейсу систем управління 9

1.2 Способи застосування інструментальних засобів

для проєктування WEB-інтерфейсу систем управління 16

2 РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИЧНОГО ПРИКЛАДУ ПРОЄКТУ

3 WEB-СЕРВЕРОМ PLC S7-1500.....	22
2.1 Розроблення апаратних засобів і логіки проєкту PLC S7-1500	22
2.2 Процедури підготовки проєкту для роботи	30
3 ТЕСТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ	
WEB-СЕРВЕРА PLC S7-1500.....	36
3.1 Запуск стартової сторінки WEB-сервера PLC S7-1500	36
3.2 Тестування користувацького WEB-додатку PLC S7-1500	37
1 ВИСНОВКИ	47
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА	48

Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

7КРБ.СІ - 18.00.00.000-13

**ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК,
ОДИНИЦЬ І ВИМІРІВ**

IP (Internet Protocol) – інтернет протокол.

PC (Personal Computer) – персональний комп'ютер.

JS – Java Script.

HTML (Hyper Text Markup Language) – мова гіпертекстової розмітки.

CSS (Cascade Style Sheet) – каскадна таблиця стилів.

PLC (Programmable Logic Controller) – програмований логічний контролер.

OB (Organization Block) – програмний блок.

FB (Function Block) – функціональний блок.

FC (Function) – функція.

API (Application Program Interface) – прикладний програмний інтерфейс.

PLCSIM (Programmable Logic Controller Simulator) – симулятор
програмованого логічного контролера.

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

8КРБ.СІ - 18.00.00.000-13

ВСТУП

Актуальність теми полягає у необхідності розроблення WEB-інтерфейсу для систем управління на основі PLC з вбудованими WEB-серверами і технології User-Defined Web Pages. Такий підхід забезпечує можливість застосування сучасних технологій створення WEB-додатків для їх інтеграції в автоматизовані системи управління на базі PLC з вбудованими WEB-серверами.

Метою роботи є розроблення методичного забезпечення лабораторного практикуму «Програмування WEB-інтерфейсу систем управління» на базі PLC Simatic S7-1500 та технології User-Defined Web Pages з можливістю тестування на основі симулятора S7-PLCSIM Advanced.

Завдання розроблення:

– розроблення методичного забезпечення лабораторного практикуму

«Програмування WEB-інтерфейсу систем управління» на базі PLC Simatic S7-1500 та технології User-Defined Web Pages;

– розроблення у Visual Studio Code користувацького WEB-інтерфейсу на основі технології AngularJS. Інтеграція User-Defined Web Pages на вбудований WEB-сервер PLC Simatic S7-1500 за допомогою інструментарію Simatic S7 Webserver API;

– тестування сумісної роботи між симулятором S7-PLCSIM Advanced та іншими компонентами проєкту, включаючи вбудований WEB-сервер PLC. Об'єктом дослідження Інформаційні процеси в автоматизованих системах управління на основі PLC Simatic S7-1500 і User-Defined Web Pages.

1 Практичне значення роботи полягає у розробленні і адаптації до освітньої програми методичного забезпечення лабораторного практикуму «Програмування WEB-інтерфейсу систем управління».

Особистим внеском здобувача є розроблення окремих WEB-додатків і тестування вбудованого WEB-сервера PLC.

1 Кваліфікаційна робота бакалавра містить вступ, три розділи на 50 аркушах, висновки, 45 рисунків, 14 використаних джерел.

Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

9КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

**1 ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ І СПОСОБИ ПРОЄКТУВАННЯ
WEB-ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ**

1.1 Інструментальні засоби проєктування WEB-інтерфейсу систем

управління

Методичне забезпечення лабораторного практикуму «Програмування WEB-інтерфейсу систем управління» включає:

- перелік і способи застосування інструментальних засобів проєктування;
- методику імітаційного моделювання PLC, які є основою апаратних засобів лабораторного практикуму;
- демонстраційний проєкт, що є методичним прикладом і реалізує задачі практикуму.

Методичний приклад демонструє можливість створення власних WEB-застосунків користувача (User-Defined Web Applications) на PLC Simatic S7-1500 за допомогою S7 Web API та стандартних HTML-редакторів. Також реалізована процедура завантаження таких WEB-сторінок в PLC за допомогою Web Application Manager.

У методичному прикладі розглядаються такі основні аспекти:

- основи створення власних WEB-застосунків користувача;
- створення власних вебзастосунків за допомогою S7 Web API;
- налаштування WEB-сервера PLC для використання WEB-застосунків;
- завантаження проєкту WEB-застосунку в PLC або PLCSIM за допомогою Web Application Manager.

У процесі розроблення методичного забезпечення лабораторного практикуму «Програмування WEB-інтерфейсу систем управління» з користувацькими WEB-сторінками (User-Defined Web Pages) на базі PLC Simatic S7-1500 було використано декілька спеціалізованих інструментів, кожен з яких виконував окрему функцію у загальній структурі проєкту.

1 Зм. Арк. No докум. Підп. Дата

Арк.

10КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Сучасні технології автоматизації розвиваються в напрямку інтеграції інтернет-технологій поряд із комунікацією на основі Ethernet. Це забезпечує прямий доступ до систем через внутрішню мережу (Intranet) із використанням стандартів HTTP та HTTPS.

Завдяки такій інтеграції стають можливими:

- гнучкий моніторинг і аналіз роботи автоматизованих систем;
- проведення діагностики обладнання;
- територіально розподілене керування PLC;
- використання мобільних пристроїв, таких як планшети та смартфони, для доступу до систем автоматизації.

Ці можливості значно спрощують обслуговування та експлуатацію систем керування, забезпечуючи швидкий доступ до інформації та функцій PLC через WEB-браузер.

Під час етапів тестування та введення в експлуатацію інженерам необхідний гнучкий доступ до PLC для візуалізації окремих даних під час роботи системи з метою діагностики. Перевага доступу до даних керування через різні WEB-браузери полягає в тому, що їх можна переглядати та частково керувати ними з будь-якого комп'ютера або пристрою з підтримкою WEB-доступу без встановлення додаткового програмного забезпечення.

WEB-сервер PLC Simatic S7 надає доступ до інформації стандартних WEB-сторінок, зокрема:

- інформацію про пристрій (Identification);
- буфер діагностичних повідомлень (Diagnostic Buffer);
- стан модулів (Module Status);
- аварійні повідомлення та тривоги (Alarms);
- інформацію про комунікації (Communication);
- топологію мережі (Topology);
- файловий браузер (File Browser).

Крім того, користувачі можуть створювати власні WEB-застосунки, адаптовані до конкретних задач і вимог

1 Зм. Арк. No докум. Підп. Дата

Арк.

11КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Застосовуються дві основні технології для розробки користувацьких WEB-застосунків, які взаємодіють із PLC Simatic S7 (рис. 1.1) [1]:

- 1) Automation Web Programming (AWP) – потребує компіляції проєкту в програмному середовищі STEP 7;
- 2) S7 Web API – дозволяє розробляти та тестувати WEB-застосунки

незалежно від програмного коду PLC.

Рисунок 1.1 – Технологія створення WEB-додатків на базі PLC Simatic S7
Для створення користувацької WEB-сторінки з використанням S7 Web API можна застосовувати такі інструменти:

- Visual Studio Code;
- Notepad++;
- інші редактори HTML-коду.

Для розробки та оформлення вебсторінки доступні всі можливості сучасних вебтехнологій:

- HTML – для створення структури та вмісту сторінки;
- CSS (Cascading Style Sheets) – для оформлення та дизайну інтерфейсу;
- JavaScript – для реалізації логіки роботи, динамічної взаємодії та обміну даними з PLC через S7 Web API.

1 Зм. Арк. No докум. Підп. Дата

Арк.

12КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Завдяки використанню S7 Web API WEB-застосунок може розроблятися, налагоджуватися та тестуватися окремо від програми PLC, що значно спрощує процес створення сучасних WEB-інтерфейсів для систем автоматизації.

1.1.1 Середовище проектування TIA Portal

Для програмування PLC Simatic S7-1500 [2] застосовувалося середовище TIA Portal V20 «Siemens» [3] (рис. 1.2), яке забезпечує створення проекту PLC, конфігурацію обладнання, розроблення логіки керування у вигляді програмних блоків (OB, FB, FC), створення тегів, а також налагодження та тестування системи.

У середовищі TIA Portal було реалізовано:

- алгоритм роботи автоматизованої системи;
- змінні (Tags), які будуть доступними у WEB-інтерфейсі PLC;
- WEB-сервер PLC, що дозволяє інтегрувати користувацькі WEB-сторінки системи керування [4].

Рисунок 1.2 – Проектний інтерфейс програмного середовища TIA Portal

1 Зм. Арк. No докум. Підп. Дата

Арк.

13КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

1.1.2 Visual Studio Code та технологія AngularJS

Для створення користувацького WEB-інтерфейсу використовувалося середовище Visual Studio Code (рис. 1.3), оптимізоване для роботи з вебтехнологіями [5].

Графічний інтерфейс відображення стану системи був розроблений з використанням AngularJS, що забезпечило:

- динамічне оновлення даних;
- зручну структуру проекту на основі компонентів;
- можливість роботи з даними, які надходять від PLC через API веб-сервера;
- гнучкість у створенні інформативної та інтерактивної сторінки оператора [6].

У результаті створено сучасний WEB-інтерфейс, що дозволяє переглядати параметри, діагностику та візуалізувати дані технологічного процесу у WEB-браузері.

Рисунок 1.3 – Графічний інтерфейс Visual Studio Code для створення WEB-інтерфейсу PLC

Зм. Арк. No докум. Підп. Дата

Арк.

14КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

1.1.3 Програмне забезпечення для завантаження WEB-інтерфейсу в PLC Simatic S7

Для завантаження розроблених користувацьких сторінок у PLC Simatic S7-1500 було використано офіційний інструмент від «Siemens» – програму з відкритого репозиторію SIMATIC S7 Webserver API (рис. 1.4) [7].

Ця програма дозволяє:

- завантажувати HTML, CSS, JavaScript та інші файли WEB-інтерфейсу безпосередньо у пам'ять PLC;
- коректно інтегрувати користувацькі WEB-сторінки у структуру WEB-сервера S7-1500;
- забезпечити взаємодію WEB-інтерфейсу з даними PLC через стандартний

WEB-API Siemens [8].

Рисунок 1.4 – Графічне зображення WebApplicationMaganer V1.0.0.0

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

15КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

1.1.4 Симулятор для імітаційного моделювання S7-PLCSIM Advanced

Для симуляції роботи PLC та перевірки функціональності проєкту без фізичного обладнання застосовано симулятор S7-PLCSIM Advanced (рис. 1.5) [9].

Рисунок 1.5 – Графічне зображення S7 PLCSIM Advanced

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

16КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Симулятор S7-PLCSIM Advanced забезпечує наступну функціональність:

- запуск створеного у TIA Portal PLC-проєкту у віртуальному середовищі;
- тестування логіки керування без реального PLC;
- моделювання змінних, сигналів та реакції системи;
- забезпечення взаємодії між PLCSIM та WEB-інтерфейсом;
- перевірити коректність роботи API, тегів та оновлення даних у WEB-сторінках [4].

S7-PLCSIM Advanced також підтримує віртуальну мережу, що дозволяє WEB-серверу симульованого PLC працювати так само, як на реальному обладнанні, що є важливим для тестування User-Defined Web Pages.

1.2 Способи застосування інструментальних засобів для проєктування WEB-інтерфейсу систем управління

Проєкт використовує програмне забезпечення вказане вище для реалізації визначених задач. У TIA Portal було розроблено логіку проєкту, програмні об'єкти, теги, систему користувачів із паролями, налаштування мережі та інші компоненти (рис. 1.6–1.8).

Рисунок 1.6 – Організаційний блок основного циклу PLC Main [OB1]

Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

17КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Рисунок 1.7 – Глобальний блок даних PLC InstLGF_Frequency [DB3]

Рисунок 1.8 – Параметрування доступу до компонентів проєкту «Assigned roles»

У Visual Studio Code було створено графічний інтерфейс на бібліотеці Java Script – Angular. Вона використовує Java Script (рис. 1.9), HTML (рис. 1.10), та CSS (рис. 1.11) для відображення WEB-інтерфейсу (рис. 1.12), яка призначена для зручної взаємодії із користувачем, та доставлення необхідної інформації напряму до PLC Simatic S7-1500.

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

18КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Рисунок 1.9 – Інтерфейс JS файлу у Visual Studio Code

Рисунок 1.10 – Інтерфейс HTML файлу у Visual Studio Code

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

19КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Рисунок 1.11 – Інтерфейс CSS файлу у Visual Studio Code

Рисунок 1.12 – Інтерфейс головної сторінки WEB-інтерфейсу PLC

За допомогою WebApplicationMaganer є можливість напряму завантажити проєкт WEB-інтерфейсу прямо у PLC використовуючи простий графічний інтерфейс (рис. 1.13).

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

20КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Рисунок 1.13 – Параметрування інтерфейсу для завантаження користувацьких WEB-додатків у PLC Simatic S7-1500

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

21КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Для симуляції проєкту було використано S7 PLCSIM Advanced (рис. 1.14), який дозволяє емулювати роботу PLC S7-1500 разом із вбудованим WEB-сервером, доступ до якого забезпечується через стандартні WEB-браузери.

Рисунок 1.14 – Екземпляр віртуального PLC_1 в симуляторі PLCSIM Advanced в режимах «STOP» і «RUN»

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

22КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

2 РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИЧНОГО ПРИКЛАДУ ПРОЄКТУ З
WEB-СЕРВЕРОМ PLC S7-1500

2.1 Розроблення апаратних засобів і логіки проєкту PLC S7-1500

На рис. 2.1 наведено структуру викликів у прикладній програмі
PLC S7-1500.

Рисунок 2.1 – Структура прикладної програми PLC S7-1500

У блоках даних «Web2Plc» та «DataBuffer» використовуються теги наведені на рис. 2.2–2.4.

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

23КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Рисунок 2.2 – Теги в DB «Web2Plc»

Рисунок 2.3 – Теги в DB «DataBuffer»

Рисунок 2.4 – Типи даних PLC «typeDataStruct»

У OB «Startup» (OB100) (рис. 2.5) зберігаються початкові значення витрати

«web2plc.flowrate» та граничні значення тегів форми резервуара:

«web2plc.tankLevel», «web2plc.tankLevelLack», «web2plc.tankLevelMinimum»,

«web2plc.tankLevelMidth», «web2plc.tankLevelMaximum» та

«web2plc.tankLevelOverflow».

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

24КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Рисунок 2.5 – Інтерфейс програмного блоку Startup [OB100]

У OB «Main» (OB1) (рис. 2.6) є набір функцій:

Рисунок 2.6 – Інтерфейс організаційного блоку основного циклу Main [OB1]

1) копіювати вхідне значення витрати на фактичну витрату;

2) встановити тег «StartStop» з входами «Start», «Stop» та «Reset»;

3) примусово закрити клапан, коли система перебуває в стані зупинки;

4) встановити тег «StatusValveCPU» з входами «OpenValve», «CloseValve»

та «Reset»;

4 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

25КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

5) коли вхід скидання увімкнено, скинути рівень у резервуарі та входи

«Start» та «Stop».

6) викликати та встановити тригерний FB на циклічний ввід щосекунди;

7) викликати симуляцію резервуара один раз на секунду.

У функціональному елементі «TankSimu» моделюється процес наповнення або зливу резервуара залежно від витрати та положення клапана. Блок виконується один раз на секунду.

На WEB-сторінці необхідно зазначити витрату за допомогою тегу

«web2plc.flowrate». Рівень у резервуарі збільшується або зменшується разом зі швидкістю витрати, коли викликається функціональний елемент «TankSimu».

Поточний рівень заповнення зберігається в тегу PLC «tankLevel».

Положення клапана зчитується та зберігається в процесорі в тегу PLC

«web2plc.statusValveCPU» через два теги PLC «web2plc.openValve» та

«web2plc.closeValve».

StartStop Status. Рівень резервуара змінюється лише тоді, коли встановлено біт «web2plc.startStop».

Valve Status. Через біт «web2plc.statusValveCPU» зберігається остання активована кнопка «OpenValve» або «CloseValve». Залежно від цього біта, резервуар або зливається, або наповнюється.

Fill Tank. Наповнення резервуара починається із запиту на перевірку, чи резервуар вже повний. Якщо резервуар не повний, рівень у резервуарі збільшується разом зі швидкістю потоку. Рівень у резервуарі обмежений

значенням «web2plc.tankLevelOverflow».

Empty Tank. Злив резервуара відбувається аналогічно його наповненню. Рівень у резервуарі зменшується разом зі швидкістю потоку та обмежений значенням «0».

Typescript-SIMATIC-s7-webserver-api (рис. 2.7). Цей пакет є пакетом з відкритим вихідним кодом, розробленим «Siemens» та опублікованим у репозиторіях (npm та github). Він використовується для керування запитами та відповідями WEB-застосунку до WEB-сервера PLC.

Зм. Арк. No докум. Підп. Дата

Арк.

26КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

У цьому проєкті, в кожному файлі TypeScript, є кілька викликів функцій, доступних для цього пакета, які будуть пояснені в кожному відповідному розділі. Спільними функціями, необхідними для всіх комунікацій, є об'єкт конфігурації, який складається з:

```
// Request configuration
```

```
let config = new RequestConfig();
```

```
config.protocol = "https";
```

```
config.verifyTls = false;
```

```
config.address = sessionStorage.getItem('plcAddress') || ""; [7].
```

Де RequestConfig – це клас, визначений у бібліотеці, який має ці три обов'язкові компоненти (тут можна додати сертифікат для перевірки особи клієнта, який надсилає запит).

Завдяки Angular можна зберігати «plcAddress», включений у форму startPage.html, за допомогою методу getItem() [7].

Рисунок 2.7 – Головна сторінка GitHub проєкту

Typescript-SIMATIC-s7-webserver-api

Angular (рис. 2.8), який часто називають Angular 2+, – це фреймворк WEB-застосунків з відкритим кодом, який очолює команда Angular у Google та

¹ Зм. Арк. No докум. Підп. Дата

Арк.

27КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

спільнота окремих осіб і корпорацій.⁸ Angular – це повністю переписаний фреймворк від тієї ж команди, яка створила AngularJS. Він в першу чергу спрямований на створення динамічних клієнтських застосунків на HTML та TypeScript (хоча він також може обробляти JavaScript) [6].

Рисунок 2.8 – Синтаксис AngularJS

Використання та основні функції:

1) Компонентна архітектура:

Angular представляє ієрархічний компонентний фреймворк, який забезпечує модульність застосунків. Ця модульність дозволяє використовувати компоненти повторного використання, легше обслуговування та покращену масштабованість. Компоненти інкапсулюють зв'язування даних, логіку та рендеринг шаблонів у блоки повторного використання.

2) На основі TypeScript:

Angular-застосунки створюються за допомогою TypeScript, нарядкового індексу для JavaScript, що забезпечує вищу безпеку, оскільки підтримує статичну типізацію разом із чудовим інструментарієм та підтримкою IDE. Статична

¹ Зм. Арк. No докум. Підп. Дата

Арк.

28КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

типізація спрощує підтримку більших баз коду та запобігає потенційним помилкам під час виконання.

3) Підтримка реактивного програмування:

Angular використовує RxJS (реактивні розширення для JavaScript), що дозволяє ефективно та складно композиціювати асинхронні операції та програми на основі подій. Це є ключовим для керування значної кількості поточкових даних і може бути безперешкодно інтегровано з моделлю подій Angular.

4) Двостороннє зв'язування даних:

Двостороннє зв'язування даних продовжує бути сильною функцією Angular, гарантуючи, що стан моделі відображає вхідні дані в інтерфейсі користувача програми та навпаки, без необхідності додаткових зусиль для синхронізації даних.

5) Впровадження залежностей (DI):

Впровадження залежностей в Angular дозволяє розробникам просто та

декларативно визначати залежності класів. Цей метод значно допомагає у створенні роз'єданого, зручного в обслуговуванні та тестуванні коду. DI особливо корисний для керування сервісами, де клас запитує залежності із зовнішніх джерел, а не створює їх внутрішньо.

6) Компіляція з випередженням часу (AoT):

Angular підтримує компіляцію AoT, яка компілює компоненти програми та шаблони у рідний JavaScript та HTML, перш ніж браузер завантажить та запустить код. Ця практика покращує швидкість рендерингу та безпеку програми.

7) Angular CLI:

Інтерфейс командного рядка (CLI) Angular – це потужний набір інструментів, який автоматизує та допомагає в розробці Angular-програм. Він керує такими завданнями, як ініціалізація, конфігурації, каркасування компонентів, розробка та розгортання.

8) Модуль маршрутизатора:

Angular Router забезпечує навігацію між різними компонентами, що складають програму.

Він працює, інтерпретуючи URL-адресу браузера як інструкцію для

Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

29КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

переходу до згенерованого клієнтом представлення. Це важливо для імітації навігації багатосторінкової програми без необхідності виходу з середовища односторінкової програми [6].

Переваги Angular:

– продуктивність та інструменти: Пропонує чудові інструменти та IDE.

Angular CLI спрощує генерацію програм, структурування компонентів, конфігурацію та розгортання коду;

– продуктивність: Реалізує оптимізоване виявлення змін та потужні можливості рендерингу;

– універсальність: Підтримує рендеринг на стороні сервера для додатків Angular;

– додатки: Можливість створювати додатки для WEB-сайтів, мобільних WEB-сайтів, нативних мобільних пристроїв та нативних настільних додатків;

Повна історія розробки: Підтримка тестування, анімації, доступності та інших функцій безпосередньо.

Angular спростив та вдосконалив концепцію односторінкового додатку порівняно з його початковим зародженням в AngularJS [6].

Архітектура Angular розроблена для підтримки надійних, великомасштабних додатків та сприяє створенню середовища, сприятливого для обслуговування та масштабованості, використовуючи повний набір інструментів розробки.

Bootstrap (рис. 2.9) – це популярний фреймворк з відкритим кодом для фронтенд-проектів, який використовується для проектування та створення адаптивних WEB-додатків, орієнтованих на мобільні пристрої. Він надає попередньо розроблені компоненти, такі як кнопки, форми, модальні вікна та панелі навігації, а також потужну систему сіток для створення макетів, що адаптуються до різних розмірів екранів. Bootstrap допомагає розробникам заощаджувати час, пропонуючи узгоджені стилі та функціональність, що спрощує створення візуально привабливих та функціональних WEB-сайтів без необхідності починати з нуля [10].

Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

30КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Рисунок 2.9 – Синтаксис Bootstrap

Bootstrap містить утиліти, які пришвидшують процес розробки, зменшуючи потребу в написанні власного CSS. Ці утиліти охоплюють широкий спектр поширених завдань дизайну, таких як коригування полів та відступів, вирівнювання тексту, кольору, модифікації фону тощо. Вони розроблені якомога модульніше, що дозволяє розробникам швидко збирати сторінки з точним контролем над макетом та дизайном. Хоча Bootstrap надає широкий набір попередньо розроблених компонентів, він також підтримує створення власних компонентів. Це може бути особливо корисним, коли компоненти за замовчуванням потрібно змінити або розширити, щоб краще відповідати певним вимогам [10].

2.2 Процедури підготовки проекту для роботи

- 1) Необхідно запустити TIA Portal та вибрати «Project > New...», щоб створити новий проект з назвою, наприклад, «Webserver_S7_1500».
- 2) Необхідно додати станцію S7-1500 через «ADD new devices > Controller > SIMATIC S7-1500». Відкриється вікно «Devices» PLC.

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

31КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

- 3) Необхідно призначити IP-адресу 192.168.0.2 PLC інтерфейсу PROFINET X1. Цю IP-адресу пізніше використовуватимете WEB-браузер для доступу до WEB-сторінки, завантаженої на PLC (рис. 2.10).
Рисунок 2.10 – Параметрування мережевої PROFINET-комунікації PLC
Необхідно активувати опцію «WEB server access» у властивостях інтерфейсу PROFINET. Необхідно увімкнути WEB-сервер через IP-адресу цього інтерфейсу (рис. 2.11) [11].
Рисунок 2.11 – Процедура активації доступу до WEB-сервера PLC
Необхідно активувати «WEB-сервер» у розділі «Properties» PLC та вибрати «Activate web server on this module» (рис. 2.12) [12].

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

32КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

- Рисунок 2.12 – Процедура активації WEB-сервера на PLC
У конфігурації дерева проекту необхідно вибрати: Security settings > Settings > Project protection. Необхідно активувати кнопку «Protect this project» (рис. 2.13). Це активує деякі функції безпеки, такі як, наприклад, менеджер сертифікатів, де можливо завантажити сертифікати безпеки. Після реалізації процедури захисту проект є в більшій мірі захищеним.
Рисунок 2.13 – Конфігурація проекту, захист
Далі необхідно створити двох користувачів «UserAdministrator» та «User» (рис. 2.14).
Рисунок 2.14 – Ствоєння нових користувачів для захисту проекту

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

33КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

- Для завантаження WEB-інтерфейсу у PLC необхідно:
 - 1) Відредагувати WEB-застосунки або створити конфігурацію: Створити конфігурацію для WEB-застосунку, який потрібно завантажити (рис. 2.15).
Рисунок 2.15 – Створення нової конфігурації WEB-додатку для PLC
 - 2) Відредагувати конфігурацію стійки PLC або створити конфігурацію: Створити конфігурацію для PLC або стійки PLC, куди необхідно завантажити програму (рис. 2.16).
Рисунок 2.16 – Створення нового з'єднання WEB-додатку для PLC

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

34КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

- Об'єкти, що будуть переноситися, та місце, куди буде виконуватись перенесення, мають бути в правій частині інтерфейсу головної програми. Для цього необхідно вибрати об'єкти у списку доступних елементів та активувати на символі ">" (рис. 2.17).
Рисунок 2.17 – Вибір необхідних проектів, та з'єднань готових до завантаження
Тепер можна активувати кнопку початку розгортання «Start Deployment».
Користувача буде перенаправлено на форму, яка запитуватиме параметри авторизації (рис. 2.18).
Рисунок 2.18 – Форма вводу параметрів авторизації
Також необхідно компілювати сам проект (рис. 2.19), та завантажити його у PLC Simatic S7-1500 (рис. 2.20).

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

35КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

- Рисунок 2.19 – Процедура компіляції проекту TIA Portal
Рисунок 2.20 – Процедура завантаження проекту у симулятор PLCSIM Advanced

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

36КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

3 ТЕСТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ WEB-СЕРВЕРА PLC S7-1500

3.1 Запуск стартової сторінки WEB-сервера PLC S7-1500

Після запуску проєкту, необхідно ввести основну IP адресу WEB-сервера у браузер ПК (персонального комп'ютера). Це відкриє користувачу головне вікно серверу Siemens (рис. 3.1).

Рисунок 3.1 – Стартова WEB-сторінка PLC Simatic S7-1500

Як адресу треба ввести IP-адресу PLC, символ «~» та назву програми, у цьому випадку: «myApp», наприклад, <https://192.168.0.2/~myApp>. Відкриється сторінка логування (рис. 3.2) [13].

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

37КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Рисунок 3.2 – Сторінка логування WEB-додатку PLC Simatic S7-1500

Тепер користувачеві пропонується виконати сеанс Web API, увійшовши за допомогою імені користувача та пароля. У цьому випадку використаний користувач той самий, що й попередній, з такими даними для входу:

– IP-адреса: IP-адреса встановленого користувачем інтерфейсу (наприклад, 192.168.0.2) [14];

– User name: User;

– Password: Siemens123!.

3.2 Тестування користувацького WEB-додатку PLC S7-1500

Необхідно активувати кнопку «Login». Виводиться спливаюче

повідомлення з підтвердженням успішного входу в систему.

Тепер відкриється WEB-сторінка «Start Page», на якій за замовчуванням

відображається WEB-сторінка «Tank Overview».

У лівій частині сторінки можна вибрати між різними WEB-сторінками, що є частиною програми (рис. 3.3).

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

38КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Рисунок 3.3 – Меню WEB-інтерфейсу PLC S7-1500

Компонент «Tank Overview» (рис. 3.4 та рис. 3.5), що виводиться у WEB-додатку – це інтерактивний інтерфейс, де оператори можуть керувати та моніторити роботу резервуара за допомогою візуального та функціонального інтерфейсу користувача.

Робочий процес, що відбувається в результаті взаємодії з елементом керування (кнопкою):

– зображення резервуара (це динамічне зображення відображає поточний стан резервуара (наповнення, спорожнення або простою));

Відображаються значення даних:

– витрата (поточна швидкість потоку рідини в резервуар або з нього);

– рівень наповнення резервуара (поточний рівень рідини в резервуарі).

Одиниці вимірювання:

– переповнення рівня резервуара (максимальний рівень з давача для переповнення);

– максимальний рівень резервуара (максимальний рівень заповнення резервуара);

– середній рівень заповнення резервуара (середній рівень заповнення резервуара);

– мінімальний рівень заповнення резервуара (мінімальна прийнятна межа рівня резервуара перед сигналом попередження);

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

39КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

– нестача рівня резервуара (рівень з давача, що вказує на недостатній об'єм).

Кнопка «Старт»:

– функціональність (розпочинає процес наповнення резервуара);

– оновлення зображення (змінює зображення резервуара, показуючи, що резервуар наповнюється);

– значення рівня в резервуарі (починає збільшуватися в міру наповнення резервуара).

Подальші дії: У цьому стані клапан за замовчуванням закритий. Можна

відкрити клапан за допомогою кнопки «Open Valve», щоб перейти до зливу резервуара (рис. 3.4–3.5).

Рисунок 3.4 – Мнемосхема «Tank Overview» (режим зупинки)

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

40КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Рисунок 3.5 – Мнемосхема «Tank Overview» (режим заповнення)

Кнопка «Open Valve»:

- функціональність (відкриває клапан резервуара для його зливу) (рис. 3.6);
- оновлення зображення (оновлює зображення, щоб відобразити, що резервуар зливається);
- значення рівня в резервуарі (зменшується, коли рідина зливається);
- дія перемикачання (якщо активувати кнопку «Close Valve», резервуар повертається до стану наповнення, оновлюючи зображення та змінюючи швидкість зміни рівня в резервуарі).

Кнопка «Close Valve»:

- Функціональність (закриває клапан, змінюючи процес зі зливу на процес наповнення резервуару);
- оновлення зображення (змінює зображення резервуара назад на наповнення);
- значення рівня в резервуарі (знову починає зростати, коли резервуар починає наповнюватися).

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

41КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Рисунок 3.6 – Мнемосхема «Tank Overview» (режим зливу з резервуару)

Кнопка «STOP»:

- функціональність (зупиняє всі функції резервуара. Більше не відбувається наповнення або злив);
- підтримка стану (переходить у стабільний стан, коли не відбувається змін рівнів у резервуарі. Вона зафіксує поточний стан);
- оновлення зображення (оновлює зображення резервуара до стану очікування або зупинки, що вказує на відсутність активних змін).

Кнопка «Reset»:

- функціональність (скидає роботу установки, зокрема скидає рівень у резервуарі до нуля);
- автоматичні дії (після активації кнопки скидання система також за замовчуванням повертається до стану «STOP», оскільки скидання зазвичай передуватиме зупинці роботи, щоб забезпечити безпечну повторну ініціалізацію).

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

42КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Форма налаштування витрати:

- введення значення витрати (дозволяє користувачам вводити задану швидкість витрати від 1 до 10, яка може контролювати швидкість, з якою резервуар наповнюється або зливається (рис. 3.7);
- кнопка встановлення швидкості витрати (після активації цієї кнопки після введення значення, програма оновлює фактичну швидкість витрати, що використовується в роботі установки).

Динамічне відображення рівня заповнення резервуара:

- індикатор рівня заповнення (візуально відображає рівень заповнення резервуара у відсотках, цей динамічний індикатор автоматично налаштовується, розширюючись або звужуючись залежно від поточного стану установки).

Рисунок 3.7 – WEB-застосунок (Flowrate of Tank Filling/Emptying)

Компонент «Data View» (рис. 3.8) програми служить інтерфейсом моніторингу даних у режимі реального часу, спеціально розробленим для відстеження та відображення різних вимірювань, таких як показники продуктивності, стани системи або умови навколишнього середовища.

Елементи інтерфейсу та відображення:

- таблиця даних (основним елементом «Data View» є таблиця даних, яка відображає два основні елементи інформації для кожного запису):
- мітка часу (точний час запису даних);
- значення (дані, що відповідають поточній мітці часу).

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

43КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Рисунок 3.8 – Вкладка «Data View»

Частота збору та оновлення даних:

- початковий збір даних (коли компонент «DataView» вперше завантажується або активується, він фіксує початковий набір точок даних з давачів або системних моніторів, відображаючи їх з точними мітками часу);
- подальші оновлення (компонент налаштовано на оновлення своїх даних через певні проміжки часу, щоб відобразити нові вимірювання):
- кожні 10 секунд (основний інтервал, через який нові дані фіксуються та відображаються);
- кожні 2 секунди (частіший інтервал оновлення, який може бути запущений за певних умов або під час певних операційних фаз, де потрібен ретельніший моніторинг).

Компонент «PLC Diagnostic Buffer» (рис. 3.9) у системі функціонує як комплексний переглядач журналів діагностики, призначений для відображення детальних записів системних подій, попереджень та помилок.

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

44КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Основні елементи відображення:

- мітка часу останньої зміни (відображає позначку часу останнього запису, доданого до діагностичного буфера);
- загальна кількість записів (вказує кількість діагностичних записів, які наразі доступні в буфері);
- максимальна ємність (показує загальну ємність діагностичного буфера).

Рисунок 3.9 – «PLC Diagnostic Buffer» WEB-застосунку

Компонент «PLC Syslog Buffer» (рис. 3.10) в додатку призначений для надання інформації про операційні журнали системи. Цей компонент призначений для розуміння діяльності системи, включаючи будь-які аномалії, інформаційні повідомлення або помилки, які системи зазвичай реєструють для забезпечення операційної прозорості та усунення несправностей.

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

45КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

Основні елементи відображення:

- загальна кількість записів (показує кількість записів системного журналу, що зберігаються на даний момент);
- кількість втрачених записів (показує кількість записів журналу, які були втрачені або не могли бути збережені через переповнення буфера або помилки передачі).

Таблиця системного журналу:

- необроблений запис (кожен рядок таблиці відображає необроблений запис журналу точно так, як він зберігається в буфері системного журналу).

Рисунок 3.10 – «PLC Syslog Buffer» WEB-застосунку

Компонент «Alarms View» (рис. 3.11) в додатку служить центральним елементом для моніторингу та керування сигналами тривоги, що генеруються системою. Він має вирішальне значення для безпеки та ефективності роботи, надаючи детальну інформацію про системні сповіщення, які можуть свідчити про несправності, попередження або необхідність технічного обслуговування.

Елементи відображення:

- мітка часу останньої зміни (показує, коли було змінено або додано останній сигнал тривоги, надаючи часову довідку для останньої активності)

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

46КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

сигналів тривоги);

- кількість поточних сигналів тривоги (показує кількість активних сигналів тривоги, про які наразі повідомляє система);
- максимальна кількість сигналів тривоги (вказує ліміт кількості сигналів тривоги, які можуть бути активними одночасно).

Таблиця тривог:

У цій центральній таблиці представлено детальний список тривог, зокрема:

- ідентифікатор «ID» (унікальний ідентифікатор для кожної тривоги);
- мітка часу «TimeStamp» (точний час спрацювання тривоги);
- текст тривоги «Alarm Text» (описовий текст, що пояснює тривогу);
- статус «Status» (статус тривоги, наприклад – активна, підтверджена, вирішена);
- підтвердження «Acknowledgement» (вказує, чи тривога була підтверджена користувачем, тобто чи її було помічено та чи вона вирішується, чи вважається некритичною).

Функції керування:

Форма підтвердження тривоги:

- функціональність (дозволяє користувачам ввести ідентифікатор тривоги, яку вони хочуть підтвердити);
- кнопка підтвердження тривоги (після введення дійсного ідентифікатора тривоги та активації цієї кнопки, зазначена тривога позначається як підтверджена в системі, змінюючи її статус у таблиці тривог.

Рисунок 3.11 – WEB-застосунок вкладки сигналізації «Alarms View»

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

47КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

ВИСНОВКИ

1. Розробка компонентів систем керування з користувацькими WEB-сторінками (User-Defined Web Pages) на базі PLC Simatic S7-1500 показала ефективність використання сучасних інтегрованих інструментів для створення гнучких, надійних та інформативних систем моніторингу та керування технологічними процесами. При цьому, основним елементом рішення є програмований логічний контролер Siemens S7-1500, який забезпечує виконання алгоритмів, обробку даних та взаємодію з оператором через вбудований WEB-сервер.
2. Однією з ключових переваг проєкту є застосування комплексного набору програмних засобів. Логіка функціонування системи реалізована в середовищі TIA Portal, що забезпечило ефективну роботу алгоритмів, можливість діагностики та масштабованість рішення. Розроблений у Visual Studio Code користувацький WEB-інтерфейс на технології AngularJS забезпечує оператору інтуїтивне та сучасне представлення даних у браузері. Завантаження та інтеграція WEB-сторінок у PLC були виконані за допомогою інструментарію Simatic S7 Webserver API, що гарантувало коректну роботу WEB-інтерфейсу на основі вбудованого WEB-сервера PLC Simatic S7-1500.
3. При розробленні методичного забезпечення лабораторного практикуму «Програмування WEB-інтерфейсу систем управління» було протестовано можливість сумісної роботи і взаємодії між симулятором PLCSIM Advanced та іншими компонентами проєкту, включаючи вбудований WEB-сервер PLC без використання реального обладнання.

1 Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата

Арк.

48КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

1. Siemens AG. (2025). Creating user-defined web pages with the Web API for SIMATIC S7-1200 G2 / S7-1500: SIMATIC STEP 7 (TIA Portal V20) (Version 5.0, Entry ID 68011496). Siemens.
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/496/68011496/att_1328192/v1/68011496_CreatingUserDefinedWebPages_DOC_V5_en.pdf
2. Siemens AG. (2024). S7-1500 / ET 200MP Manual Collection (Manual Collection, A5E03461182-AV). Siemens Industry Online Support.
<https://support.industry.siemens.com/cs/document/86140384>
3. Totally Integrated Automation (TIA) documentation (2024). Siemens.
Available online: URL. <https://docs.tia.siemens.cloud/>
4. Офіційний сайт Siemens. Сторінка підтримки [веб-ресурс] – <https://sieportal.siemens.com/en-us/support>
5. Офіційний сайт Visual Studio Code. Сторінка документації [веб-ресурс] – <https://code.visualstudio.com/docs>
6. Офіційний сайт AngularJS. Сторінка документації [веб-ресурс] – <https://docs.angularjs.org/guide>
7. SIMATIC Step 7 Typescript Webserver API. Головна сторінка проєкту GitHub [веб-ресурс] – <https://github.com/siemens/typescript-simatic-s7-webserver-api>
8. Web Application manager. Головна сторінка проєкту GitHub [веб-ресурс] –

⁷<https://github.com/siemens/s7-matic-s7> -

webserverapi/tree/main/samples/WebAppManager

9. Siemens AG. (2025). S7-PLCSIM Advanced – Getting started: S7-PLCSIM

Advanced V7.0, S7-PLCSIM V20, TIA Portal V20 (Version 1.0.2, Entry ID

109739660). Siemens Industry Online Support.

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/660/109739660/att_1343090/v2/109739660

_PLCSIM_ADV_GettingStarted_v1.0.2.pdf

¹ **Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата**

Арк.

49КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

10. Офіційний сайт Bootstrap. Сторінка документації [веб-ресурс] –

<https://getbootstrap.com/docs/5.3/getting-started/introduction/>

11. Siemens AG. (2026). SIMATIC S7-1200 G2 Web Server Guide (Application Example, Entry ID 109998736). Siemens Industry Online Support.

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109998736>

12. Siemens AG. (2025). S7-1500 / S7-1200 G2 / ET 200 Web Server (Function Manual, A5E53797648-AB). Siemens Industry Online Support.

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109977246>

13. Siemens AG. (2022). Provision of a framework for web page upload: SIMATIC S7 web server / Web API / Framework (Application Example, Entry ID 109814059, Version 1.0). Siemens Industry Online Support.

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109814059>

14. Siemens AG. (2022). PROFINET with STEP 7 (Function Manual, A5E03444486-AM). Siemens Industry Online Support.

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/49948856>

¹ **Зм. Арк. Но докум. Підп. Дата**

Арк.

50КРБ.СІ - 18.00.00.000 ПЗ

¹ **БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА**

Тема бакалаврської роботи: Розроблення методичного забезпечення лабораторного практикуму «Програмування WEB-інтерфейсу систем управління».

¹ **Обсяг пояснювальної записки в аркушах – 50 арк. Перелік креслень графічної частини: КРБ.СІ** – 18.00.00.001 Е2 – Технологія

створення WEB-додатків на базі

PLC Simatic S7 (аркушів - 1).

КРБ.СІ – 18.00.00.002 Е2 – Проектний інтерфейс програмного середовища

TIA Portal (аркушів - 1).

КРБ.СІ – 18.00.00.003 Е2 – Visual Studio Code для створення

WEB-інтерфейсу PLC (аркушів - 1).

КРБ.СІ – 18.00.00.004 Е2 – Параметрування інтерфейсу завантаження

WEB-додатків у PLC Simatic S7-1500 (аркушів - 1).

КРБ.СІ – 18.00.00.005 Е2 – Структура прикладної програми і терів

PLC S7-1500 (аркушів - 1).

КРБ.СІ – 18.00.00.006 Е2 – Мнемосхеми WEB-сервера PLC Simatic S7-1500

«Tank Overview» (аркушів - 1).

Дата виконання бакалаврської роботи «12» червня 2026 р.

Студент _____ Олійник Д. С.

БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА

Тема бакалаврської роботи: Розроблення методичного забезпечення

лабораторного практикуму «Програмування WEB-інтерфейсу систем управління».

Обсяг пояснювальної записки в аркушах – 50 арк.

Перелік креслень графічної частини:

КРБ.СІ – 18.00.00.001 Е2 – Технологія створення WEB-додатків на базі

PLC Simatic S7 (аркушів - 1).

КРБ.СІ – 18.00.00.002 Е2 – Проектний інтерфейс програмного середовища

TIA Portal (аркушів - 1).

КРБ.СІ – 18.00.00.003 Е2 – Visual Studio Code для створення WEB-інтерфейсу

PLC (аркушів - 1).

КРБ.СІ – 18.00.00.004 Е2 – Параметрування інтерфейсу завантаження

WEB-додатків у PLC Simatic S7-1500 (аркушів - 1).

КРБ.СІ – 18.00.00.005 Е2 – Структура прикладної програми і терів

PLC S7-1500 (аркушів - 1).

КРБ.СІ – 18.00.00.006 Е2 – Мнемосхеми WEB-сервера PLC Simatic S7-1500

«Tank Overview» (аркушів - 1).

Дата виконання бакалаврської роботи «12» червня 2026 р.

Студент _____ Олійник Д. С.