

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторних робіт з дисципліни

**«АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА  
ВИРОБНИЦТВ»**

для студентів спеціальності

**151 – АВТОМАТИЗАЦІЯ І КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ**

освітньої програми «Промислова автоматика»  
усіх форм навчання

**2023**

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизація технологічних процесів та виробництв» для студентів спеціальності 151 – АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ освітньої програми «Промислова автоматика» усіх форм навчання. /Укл: В.В. Осадчий, О.С. Назарова - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 46 с.

Укладачі:

В.В. Осадчий, к.т.н., доцент

О.С. Назарова, к.т.н., доцент

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

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

Затверджено  
на засіданні кафедри  
Електропривода і автоматизації  
промислових установок  
протокол № 06 від 22.02.2023 р.

Рекомендовано  
до видання НМК ЕТФ  
протокол № 07 від 23.03.2023 р.

## ЗМІСТ

Передмова .....	4
1 Лабораторна робота №1 Замкнені системи керування.....	5
2 Лабораторна робота №2 Програмно-апаратний комплекс «ADuC – MatLab».....	8
3 Лабораторна робота №3 Замкнені системи керування з взаємозв’язаними координатами.....	14
4 Лабораторна робота №4 Основи моделювання у FluidSIM .....	18
5 Лабораторна робота №5 Моделювання у FluidSIM схем з двома циліндрами.....	25
6 Лабораторна робота №6 Ознайомлення з функціями TIA Portal.....	31
Перелік посилань.....	40
Додаток А Перелік умовних позначень елементів в електропневматичних схемах .....	41
Додаток Б Зразок оформлення титульної сторінки .....	45

## ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки містять опис шести лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизація технологічних процесів та виробництв» у відповідності до навчальних планів ОКР бакалаврів.

Лабораторні роботи сприяють розширенню та закріпленню теоретичних знань з дисципліни при вирішенні конкретних практичних завдань, розвивають навички ведення самостійної творчої роботи та професійні якості.

У додатку подано перелік умовних позначень елементів в електропневматичних схемах, що використовуються в 4-й і 5-й лабораторних роботах.

Для студентів спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології освітньої програми «Промислова автоматика» усіх форм навчання.

# 1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

## Замкнені системи керування

**Мета:** ознайомитись із стендом замкненої системи регулювання рівня рідини, вивчити основні елементи стенду та їх призначення.

### Короткі теоретичні відомості

Стенд складається з трьох основних блоків (рисунок 1.1): регулятора, об'єкту керування та давача. Керування процесом відбувається за допомогою мікропроцесорного регулятора МІК-127, який має зворотній зв'язок від давача. Об'єкт керування являє собою вертикально розташовану трубку з поділками від 0 до 100, а також бак з рідиною, яка транспортується за допомогою насосу. У трубці встановлено давач, що посилає інформацію на регулятор про кількість рідини. Швидкість заповнення трубки залежить від двох параметрів: ступеню відкриття запірної арматури, яка відповідає за витікання рідини з трубки до баку, та сигналу, що подається від давача на МІК-127, а від останнього на насос. Якщо треба підтримувати певний рівень рідини у трубці, давач подає сигнал на регулятор, який вмикає насос на певний час з певною потужністю. Якщо запірна арматура між баком та трубкою закрита, регулятор вмикає насос при досягненні заданого рівня та очікує на наступне завдання.

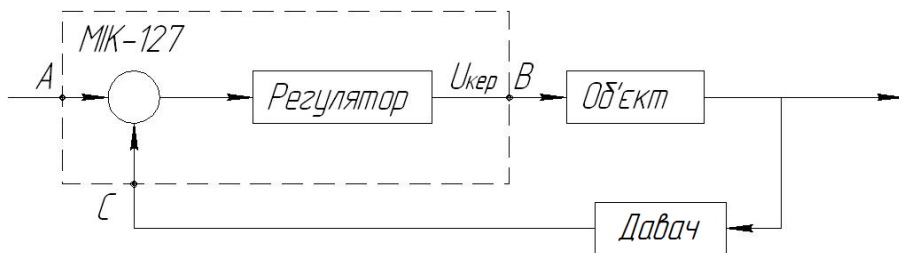


Рисунок 1.1 – Структурна схема стенду регулювання рівня рідини

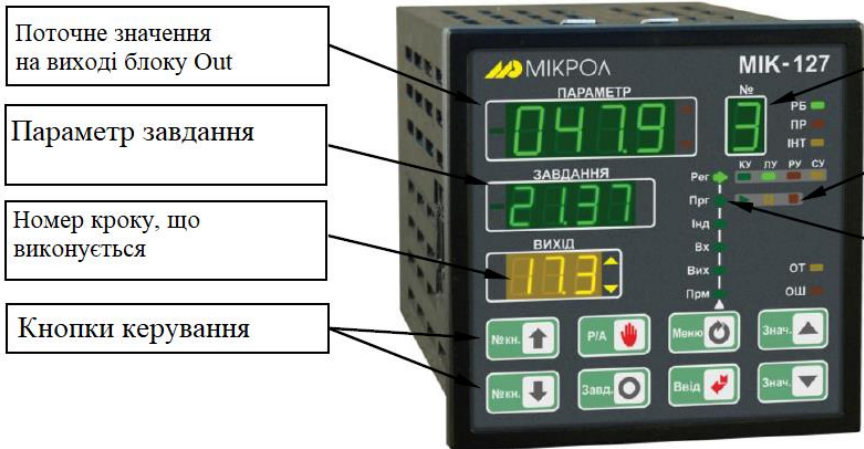


Рисунок 1.2 – Панель МІК-127

На рисунку 1.2 представлено панель МІК-127. Поточне значення кількості рідини у трубі показано на панелі у полі «Параметр». Значення завдання, яке встановлюється користувачем, вказано у полі «Завдання». Рівень сигналу, що подається на насос вказано у полі «Вихід». Кнопки керування у даній роботі не використовуються.

### **Виконання лабораторної роботи.**

Перед початком виконання лабораторної роботи необхідно ознайомитись з теоретичними відомостями та елементами стенду. При виконанні лабораторної роботи необхідно придержуватись правил техніки безпеки.

Після отримання завдання від викладача, необхідно увімкнути стенд, попередньо під'єднавши його до мережі. За допомогою потенціометру, що знаходиться поряд з панеллю регулятора МІК-127, встановити значення завдання.

Регулятор МІК-127 автоматично має виконати програму, результатом якої повинні бути однакові значення на полях «Параметр» та «Завдання». Вихідна величина при відпрацюванні програми буде постійно змінюватись. Перевірку роботи стенду виконують шляхом порівняння результату, який показано на регуляторі (значення

«Параметр») та поділки на трубці з рідиною. Якщо значення співпадають, програма працює коректно. Певні розбіжності результатів можливі через неточність показника давача, що пов'язано з його фізичними властивостями.

### **Завдання.**

Навчитися змінювати вхідні параметри замкненої системи регулювання рівня рідини. Дати оцінку, як змінюється робота системи при різних вхідних та вихідних параметрах.

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

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, структурну схему стенду, знімок стенду з підписами елементів та висновки.

### **Контрольні запитання.**

1. Принцип роботи стенду.
2. Що є об'єктом керування?
3. Яким чином виконується регулювання вхідних параметрів?
4. Яким чином виконується регулювання вихідних параметрів?
5. Що впливає на неточність результату?
6. Завдяки чому регулятор МІК-127 виконує керування насосом для підтримання заданого рівня рідини?
7. На якому принципі засновано роботу давача?

## 2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

### Програмно-апаратний комплекс «ADuC – MatLab»

**Мета:** ознайомитись із програмно-апаратним комплексом «ADuC – MatLab», здобути навички регулювання вихідних координат за допомогою пульта керування.

#### Короткі теоретичні відомості.

Програмно-апаратний комплекс – це набір технічних та програмних засобів, працюючих спільно для виконання однієї чи декількох подібних задач.

В даній лабораторній роботі використовується програмно-апаратний комплекс, який складається із пульта, який реалізовано на базі контролера ADuC841 (спрощена принципова схема показана на рисунку 2.1) та спеціально розробленого блока MatLab, що дозволяє з'єднати зовнішній пристрій із середовищем Simulink MatLab (рисунок 2.2).

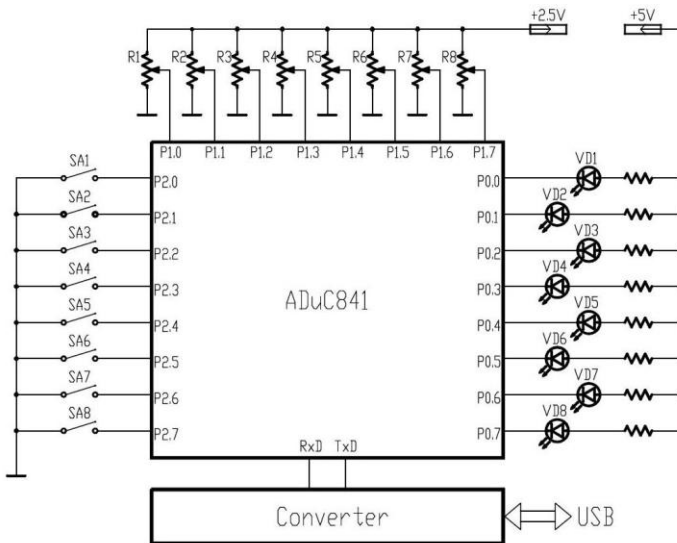


Рисунок 2.1 – Спрощена принципова схема пульта



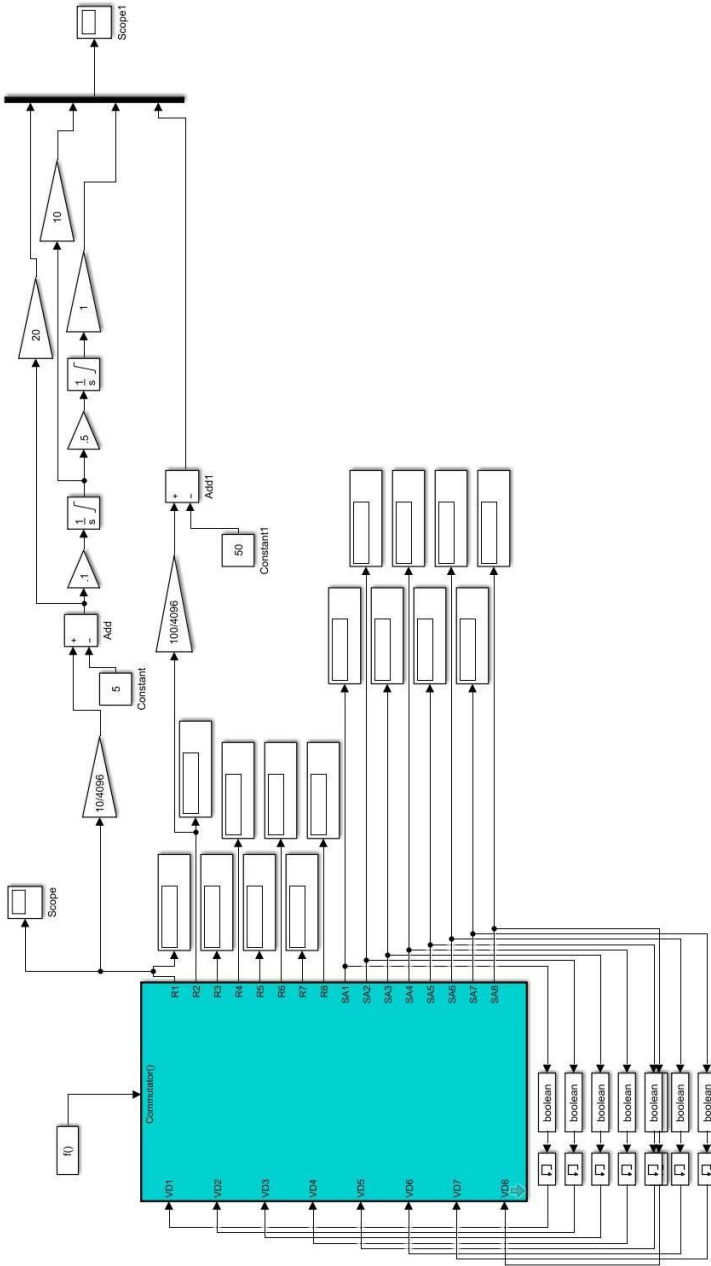


Рисунок 2.2 – Модель для зв'язку середовища MatLab із пультом ADuC

### Підключення пульта ADuC до середовища MatLab.

Використовуючи програму, створену в середовищі MatLab налагоджується зв'язок із пультом керування ADuC.

Для цього потрібно відкрити «Диспетчер устройств» (рисунк 2.3), розгорнути «Порты (COM и LPT)», під'єднати пульт ADuC і визначити COM- порт, до якого він під'єднався.

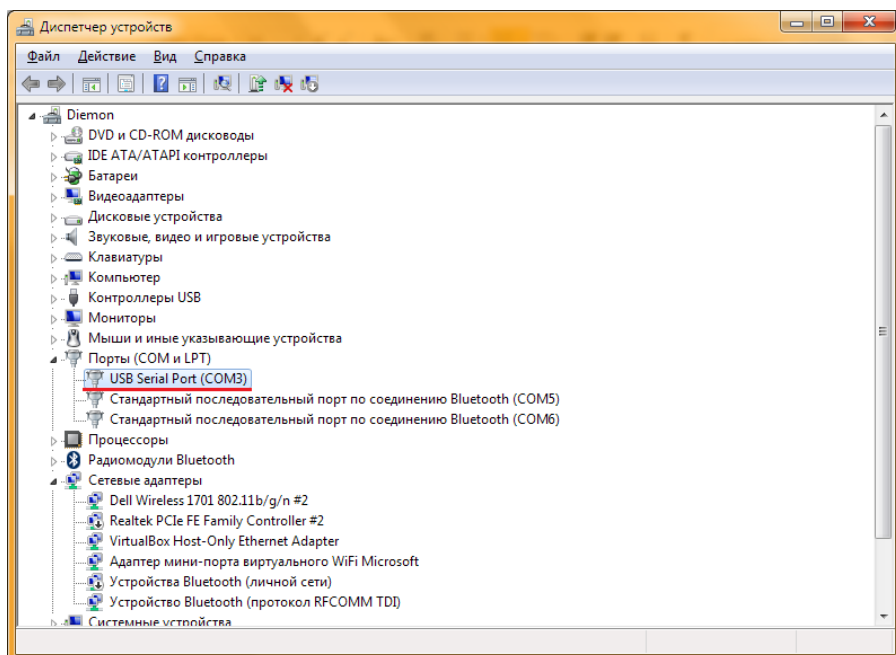


Рисунок 2.3 – Вікно «Диспетчера устройств»

В основному вікні середовища MatLab (рисунк 2.4) треба вказати шлях до файла «com\_resv3», що знаходиться в папці АТК.

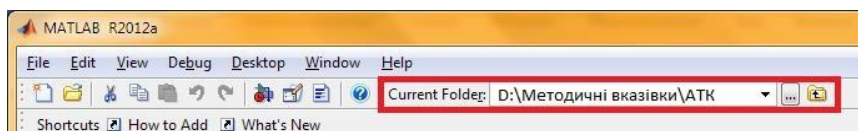


Рисунок 2.4 – Вікно середовища MatLab

Далі через середовище MatLab відкривається документ «Lab\_2», що розташований в папці «АТК». Модель Simulink показана на рисунку 2.2.

Виходи блоку Commutator R1-R8 відповідають потенціометрам; SA1-SA8 – тумблерам; входи VD1-VD8 відповідають світлодіодам.

В моделі – шаблоні, для наочності роботи, виходи з тумблерів під'єднані до входів світлодіодів.

У відкритій моделі Simulink подвійним натисканням на блок «Commutator» відкривається вікно, у якому вводиться номер COM - порту, визначеного раніше.

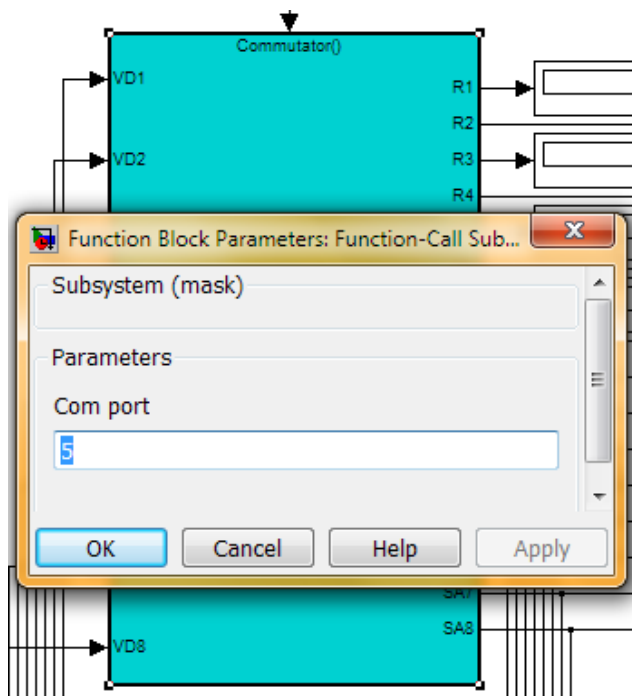



Рисунок 2.5 – Вікно для вводу номера COM - порту до якого під'єднаний пульт

Для запуску моделі необхідно натиснути кнопку «Start simulation» .

**Завдання.**

В Score показані параметри:

- червона лінія – вхідний параметр  $d$ ;  $d = 10(R2 - 5)$ ;
- жовта лінія – вхідний параметр  $a(t)$ ;  $a = 20(R1 - 5)$ ;
- фіолетова лінія – вихідний параметр  $b(t)$ ;
- блакитна лінія – вихідний параметр  $c(t)$ .

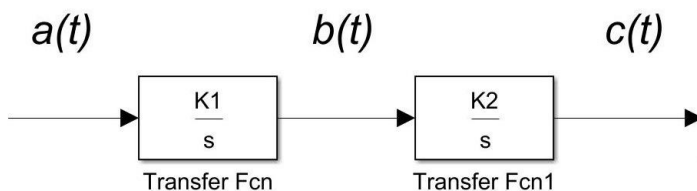


Рисунок 2.6 – Спрощена структура моделі об'єкта керування

1. Положення R1 встановити рівним 5.
2. За допомогою R2 встановити значення  $d = d1$  згідно індивідуального завдання (таблиця 2.1). Зробити знімок отриманих графіків.

Таблиця 2.1 – Дані для виконання завдання, згідно варіанту.

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
d2	20	25	30	35	40	45	50	5	10	15

3. Перевести SA1 в положення «1».
4. Змінюючи  $a(t)$  здійснити суміщення ( $\pm 2\%$ )  $c(t)$  з  $d$ .
5. За допомогою R2 встановити значення  $d = d2$  згідно індивідуального завдання (таблиця 2.1). Зробити знімок отриманих графіків.
6. Повторити пункт 4 для нового значення  $d$ . Зробити знімок отриманих графіків.
7. Зупинити процес моделювання.

**Зміст звіту з лабораторної роботи.**

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, знімок отриманих графіків та висновки.

**Контрольні запитання.**

1. Де можуть бути використані програмно-апаратні комплекси?
2. Який принцип роботи схеми?
3. Яким чином регулюються вихідні параметри?

### 3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

#### Замкнені системи керування з взаємозв'язаними координатами

**Мета:** ознайомитись із замкненими системами керування з взаємозв'язаними координатами.

#### Короткі теоретичні відомості.

В даній лабораторній роботі використовується програмно-апаратний комплекс, який складається із пульта, який реалізовано на базі контролера ADuC841 (спрощена структурна схема показана на рисунку 3.1) та спеціально розробленого блока MatLab, що дозволяє з'єднати зовнішній пристрій із середовищем Simulink MatLab (рисунок 3.2).

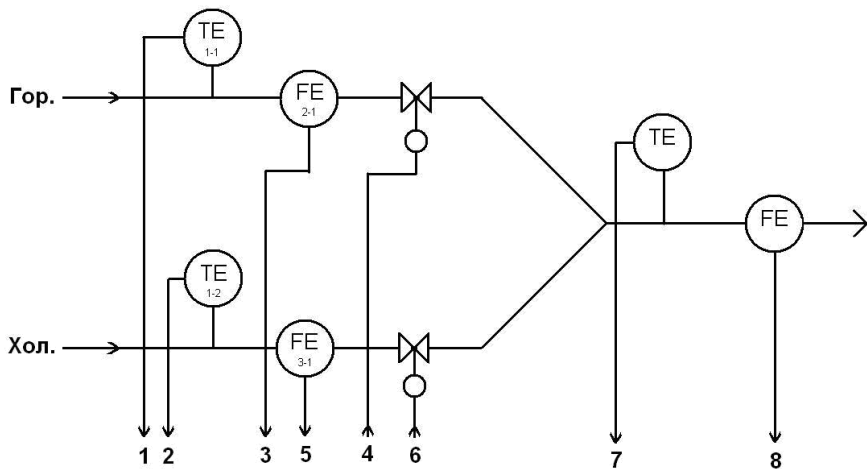


Рисунок 3.1 – Структурна схема замкненої системи керування температури та тиску рідини

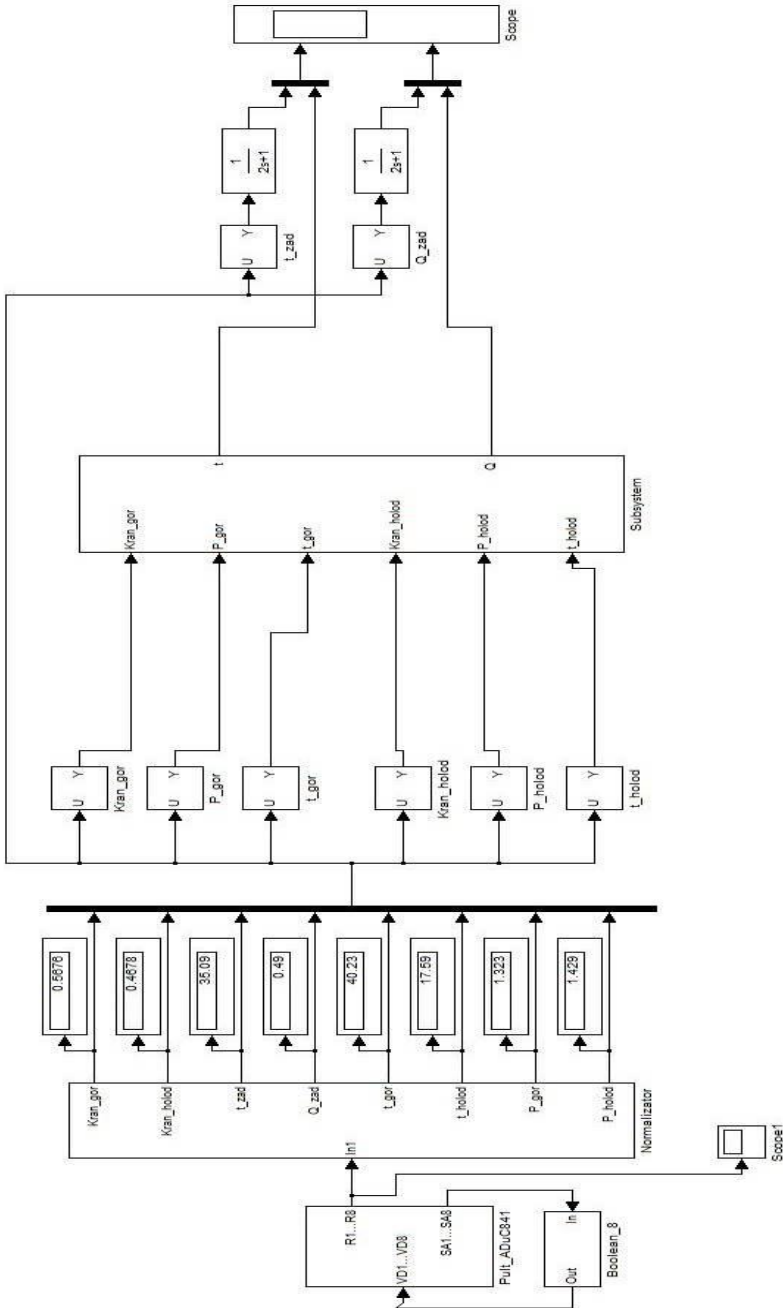


Рисунок 3.2 - Модель для зв'язку середовища MatLab із пультом ADUC

### Підключення пульта ADuC до середовища MatLab.

Через середовище MatLab відкривається документ «Lab\_3», що розташований в папці «АТК». Програма документа показана на рисунку 3.2.

Подвійним натисканням на блок «Pult\_ADuC841» відкривається схема цього блоку.

Визначаємо COM – порт, до якого під'єднаний пульт.

У відкритій моделі Simulink подвійним натисканням на блок «Commutator» відкривається вікно, у якому вводиться номер COM - порту, визначеного раніше.

### Завдання.

1. Встановити значення  $P_x$ ,  $P_r$ ,  $T_3$ ,  $Q_3$  згідно варіанту (таблиця 3.1) за допомогою резисторів R5, R6, R7, R8 відповідно.

2. Встановити за допомогою R3 значення заданої температури, що дорівнює  $25^\circ \text{C}$ , а за допомогою R4 значення заданої сумарної миттєвої витрати, що дорівнює  $0,6 \text{ дм}^3/\text{с}$ .

3. Змінюючи положення резисторів R1, R2 досягти рівності реальних значень температури та витрати значенням, що задані (суміщення фіолетової лінії з жовтою на графіках блоку Scope).

4. Встановити за допомогою R3 значення заданої температури, що дорівнює  $40^\circ \text{C}$  та повторити п.3.

5. Встановити за допомогою R4 значення заданої сумарної миттєвої витрати, що дорівнює  $1,2 \text{ дм}^3/\text{с}$  та повторити п.3.

Таблиця 3.1 – Дані для виконання завдання, згідно варіанту.

Варіант	$T_x$	$T_r$	$P_x$	$P_r$	$T_3$	$Q_3$
1	15	50	1	0,8	30	0,3
2	20	55	1,2	1	35	0,5
3	10	60	1,4	1,2	25	0,4
4	15	65	1,6	1,4	40	0,6
5	20	50	1,8	1,6	45	0,3
6	15	55	1	0,8	25	0,5
7	20	60	1,2	1	30	0,4
8	10	65	1,4	1,2	35	0,6
9	15	50	1,6	1,4	25	0,3



Продовження таблиці 3.1

Варіант	$T_x$	$T_r$	$P_x$	$P_r$	$T_z$	$Q_z$
10	20	55	1,8	1,6	40	0,5
11	15	60	1	0,8	45	0,4
12	20	65	1,2	1	25	0,6
13	10	50	1,4	1,2	30	0,3
14	15	55	1,6	1,4	35	0,5
15	20	60	1,8	1,6	25	0,4
16	15	65	1	0,8	40	0,6
17	20	50	1,2	1	45	0,3
18	10	55	1,4	1,2	25	0,5
19	15	60	1,6	1,4	30	0,4
20	20	65	1,8	1,6	35	0,6

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

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, знімок отриманих графіків та висновки.

### **Контрольні запитання.**


1. Де можуть бути використані замкнені системи керування з взаємозв'язаними координатами?
2. Який принцип роботи схеми?
3. Яким чином регулюються вихідні параметри?

## 4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

### Основи моделювання у FluidSIM

**Мета:** ознайомитись із програмним забезпеченням FluidSIM, навчитись складати прості електропневматичні схеми та перевіряти їх працездатність.

#### Короткі теоретичні відомості.

Програмне середовище FluidSIM має досить простий та інтуїтивний інтерфейс. Після відкриття програми у лівому верхньому куті, на панелі Меню є стандартні значки: Створити новий файл (альтернативний варіант, комбінація клавіш Ctrl+N) або Відкрити вже існуючий . У нашому випадку, створюємо новий аркуш для майбутньої схеми (рис. 4.1)

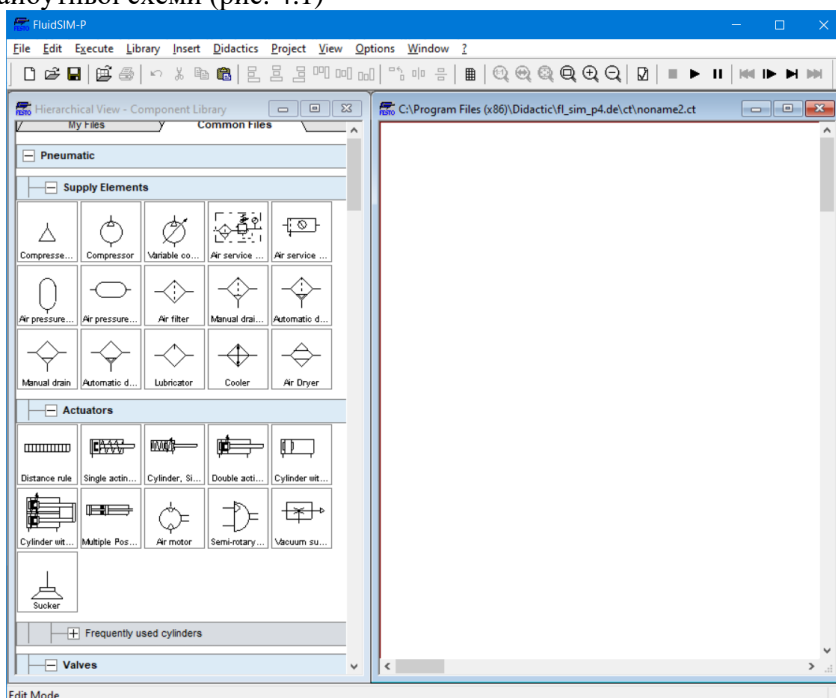


Рисунок 4.1 – Робоче вікно програми FluidSIM

Ліворуч від створеного аркуша розташована таблиця умовних позначень пневматичних та електричних елементів схем принципів, що поділено на певні розділи за функціональними ознаками (рис. 4.2).

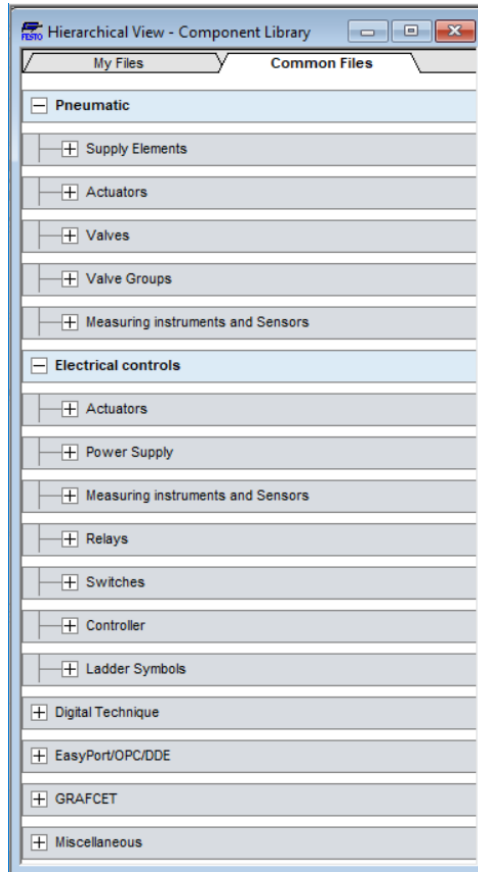


Рисунок 4.2 – Перелік основних розділів умовних позначень

Розташування кожного елемента відбувається шляхом перетягування за допомогою миші з таблиці до аркуша схеми або за допомогою комбінацій Копіювати / Вставити.

Більш детальну інформацію, щодо елемента, можливо отримати натиснувши праву кнопку миші (ПКМ) по відповідному елементу та обравши розділ «Component Description» (рис. 4.3).

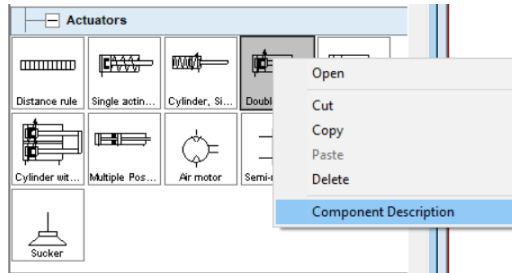


Рисунок 4.3 – Приклад контекстного меню при натисканні ПКМ на елемент умовного позначення в таблиці

Для налаштування певного елемента після розташування (рис. 4.4) на схемі, необхідно натиснути на ньому ПКМ та обрати розділ «Properties...».

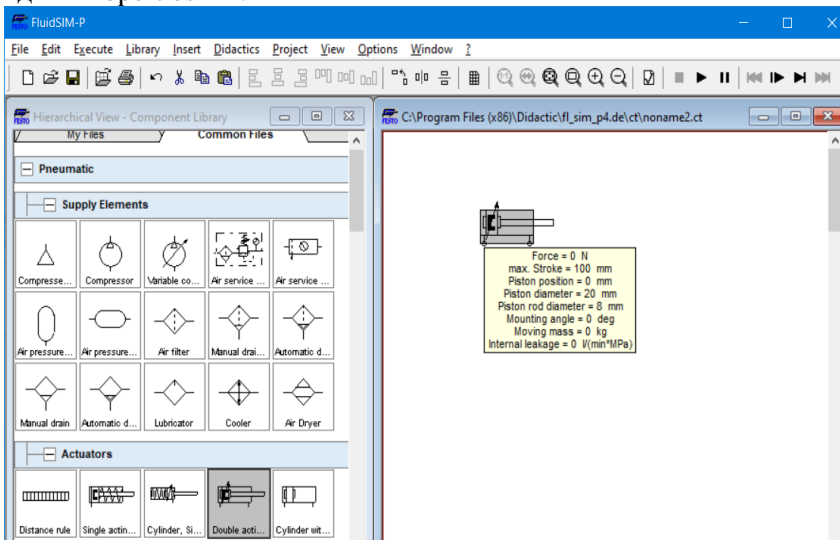


Рисунок 4.4 – Результат розташування пневмоциліндра на аркуші схеми (при наведенні курсора на елемент – відображаються його основні характеристики)

Результат відкриття вікна «Properties...» показано на рисунку 4.5. У першій вкладці можливо змінювати Опис/Принцип дії/Тип демпфування/Схему розташування на аркуші та найважливіше задавати позначення у полі «Label». Вкладки «Parameters», «External load» та «Force profile» у даній лабораторній не розглядаються.

Зробимо акцент на останній вкладці «Actuating Labels». Саме на ній задаються назви датчиків положення штоку циліндрів та діапазони їх дії/встановлення. На рисунку 4.6 показано приклад встановлення двох датчиків крайніх положень при умові, що шток циліндра висувається на 100 мм.

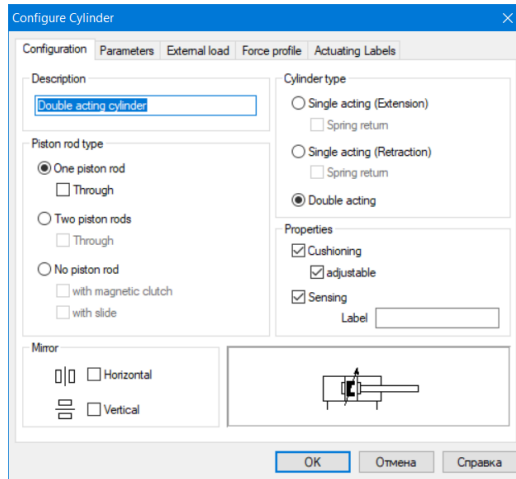


Рисунок 4.5 – Вікно властивостей умовного позначення пневмоциліндра

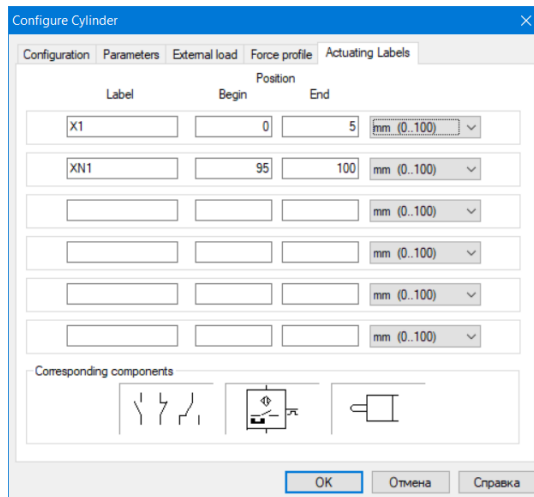


Рисунок 4.6 – Приклад встановлення датчиків на пневмоциліндрі

Далі розглянемо варіант вкладки «Properties...» для розподільника (рисунок 4.7). Аналогічно можливо змінити тип розподільника, обрати його нормальну позицію та кількість каналів, тип сигналу керування (Ручний / Механічний / Пневматичний / Електричний), орієнтацію розташування на схемі та задати витрати повітря при експлуатації.

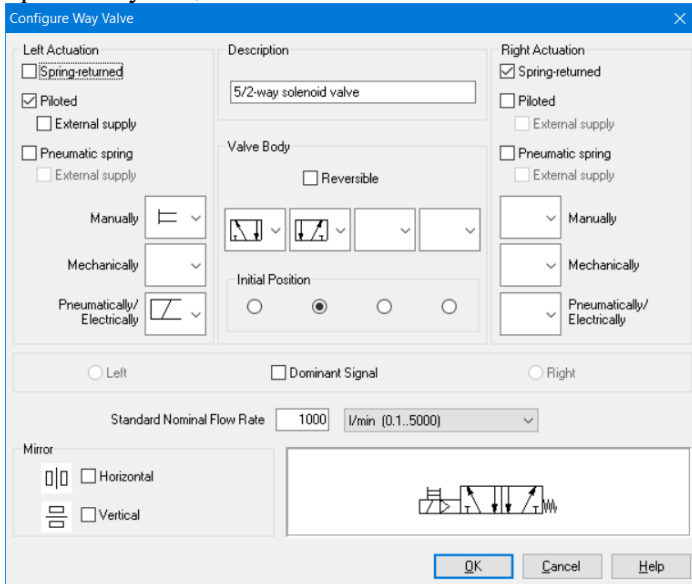


Рисунок 4.7 – Вікно властивостей умовного позначення розподільника

Для позначення котушки розподільника необхідно по кружечку на певній котушці натиснути двічі лівою кнопкою миші (ЛКМ). Після цього відкриється діалогове вікно для написання відповідного позначення (рис. 4.8).

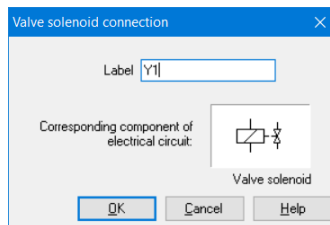


Рисунок 4.8 – Приклад позначення котушки розподільника

З наступним кроком відбувається з'єднання елементів шляхом перетаскування одного кружечка певного виходу елемента з іншим. Результат пневматичної частини схеми представлено на рисунку 4.9.

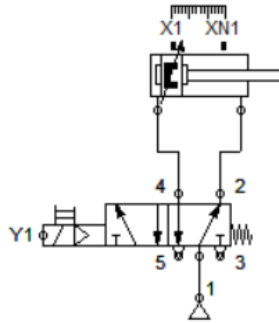


Рисунок 4.9 – Приклад пневматичної частини схеми

Аналогічним шляхом малюється електрична частина схеми, де з різних розділів обираються певні елементи живлення та споживачі, відбувається їх підпис та з'єднання в єдину схему. Результат таких дій представлено на рисунку 4.10.

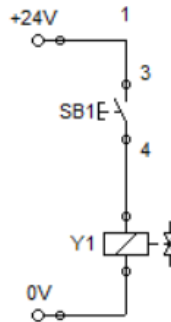



Рисунок 4.10 – Приклад електричної частини схеми

Наступним етапом є перевірка відповідності роботи схеми завданню. Для цього необхідно перейти в режим симуляції, натиснувши значок Старту симуляції  (або клавішу F9) на панелі інструментів. Якщо помилки будуть відсутні та схема коректна, канал, у який подається повітря, підсвітиться темно-синім кольором (рис. 2.11, а). При натисканні на кнопку «SB1» ЛКМ електричний

ланцюг стане червоного кольору (рис. 4.11, б), це означає, що струм через контакт кнопки подається на котушку розподільника. Останній, в свою чергу змінює свою позицію та подає повітря в інший канал, в результаті чого шток циліндра висувається. При відпусканні кнопки «SB1» всі елементи схеми повертаються у початкове положення.

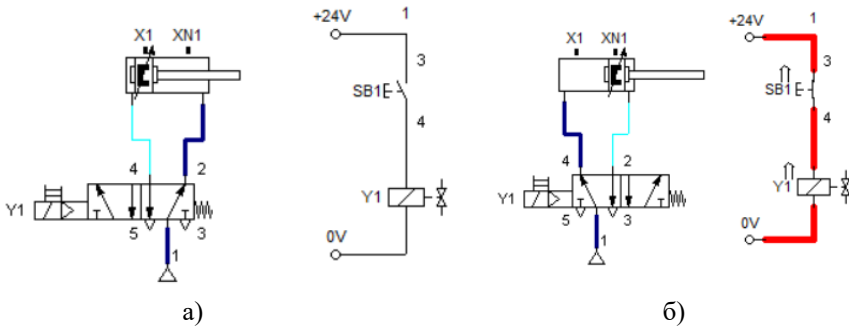


Рисунок 4.11 – Приклад роботи режиму симуляції

### Завдання.

Намалювати у середовищі FluidSIM всі чотири схеми керування одним циліндром, що вивчено у попередній лабораторній роботі, перевірити відповідність роботи схем у режимі симуляції та реального обладнання.

### Зміст звіту з лабораторної роботи.

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, чотири схеми керування одним пневмоциліндром з підписами елементів та висновки.

### Контрольні запитання.

1. Перелічити основні розділи налаштування пневмоциліндрів.
2. Перелічити основні пункти налаштування розподільників?
3. На які основні розділи поділяють пневматичні елементи у таблиці умовних позначень середовища FluidSIM?
4. На які основні розділи поділяють електричні елементи у таблиці умовних позначень середовища FluidSIM?
5. Намалювати електричну схему з індикацією: додати паралельно котушкам лампочки, змінити колір останніх.



## 5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

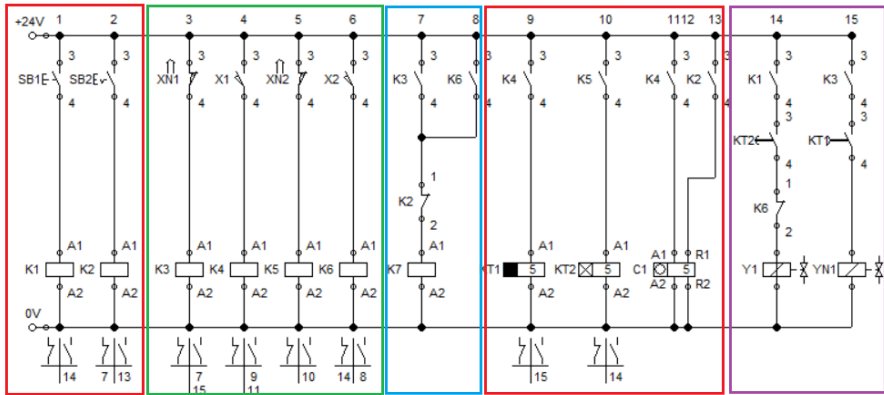
### Моделювання у FluidSIM схем з двома циліндрами

**Мета:** навчитись відтворювати схеми з роботою двох циліндрів у різних послідовностях, використовуючи програмне забезпечення FluidSIM.

#### Короткі теоретичні відомості.

У попередніх лабораторних роботах було розглянуто основні принципи побудови схем. Вони мали досить просту структуру та не потребували ніякої систематизації. У даній лабораторній роботі буде розглянуто основні принципи розташування груп елементів для більш швидкої та легкої взаємодії. Отже, електрична частина схеми складається з наступних елементів: котушок реле та котушок розподільників; контакти реле (н.р. та н.з.); контакти датчиків кінцевих положень штоків пневмоциліндрів; кнопки/ перемикачі. Одним з основних правил побудови майбутніх схем буде те, що сигнали від датчиків та кнопок ідуть на реле (а не безпосередньо на котушки розподільників, як було показано у попередніх лабораторних роботах), а останні, в свою чергу, передають через свої контакти сигнали керування. Першим умовним блоком схеми будуть всі сигнали від кнопок (рис. 5.1, а), другим – сигнали від датчиків кінцевих положень (рис. 5.1, б), третім – елементи пам'яті (рис. 5.1, в), четвертим (якщо є) - часові реле та лічильники (рис. 5.1, г), п'ятим останнім – елементи керування/котушки розподільників (рис. 5.1, д). На рисунку 5.1 показані основні типи умовних позначень, що використовуються в процесі проведення лабораторних робіт та додаткових завдань. Реле часу та лічильники у даній лабораторній роботі не розглядатимуться.

В даній лабораторній роботі розглянуто три основних варіанти схем роботи двох циліндрів. Для цих схем прийняті наступні параметри: обидва циліндри двосторонньої дії та на них встановлено датчики кінцевих положень (шток втягнуто XN1/XN2, шток висунуто X1/X2); розподільники бістабільні з електрокеруванням 5/2; старт циклу починається при натисканні кнопки з нормально відкритим контактом без фіксації.



а) б) в) г) д)

Рисунок 5.1 – Приклад порядку розташування елементів релейної схеми електричної принципової

Діаграми роботи кожного з варіантів схем з двома циліндрами представлено на рисунку 5.2. Для варіанту «А» режим роботи наступний: при натисканні кнопки «Старт» перший циліндр починає висуватися, при досягненні крайнього положення (спрацював датчик X1) починає рух другий циліндр. Коли другий циліндр досягне свого крайнього положення (спрацював датчик X2), перший циліндр починає повертатися у вихідне положення. Сигнал від датчика XN1 дає дозвіл на початок руху другого циліндра у вихідне положення. Спрацювання датчика XN2 сигналізує про завершення циклу. Повторне натискання кнопки «Старт» повторює описаний процес. Схема електропневматична принципова варіанту «А» представлено на рисунку 5.3.

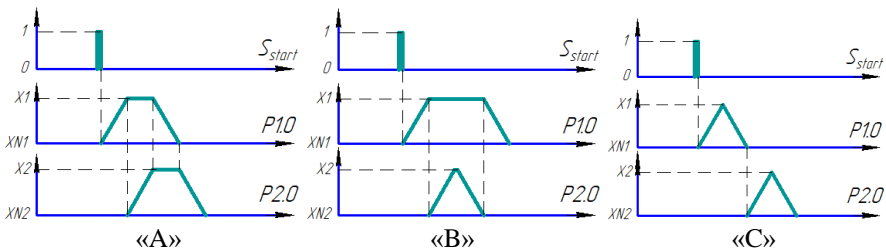


Рисунок 5.2 – Варіанти послідовності роботи двох циліндрів

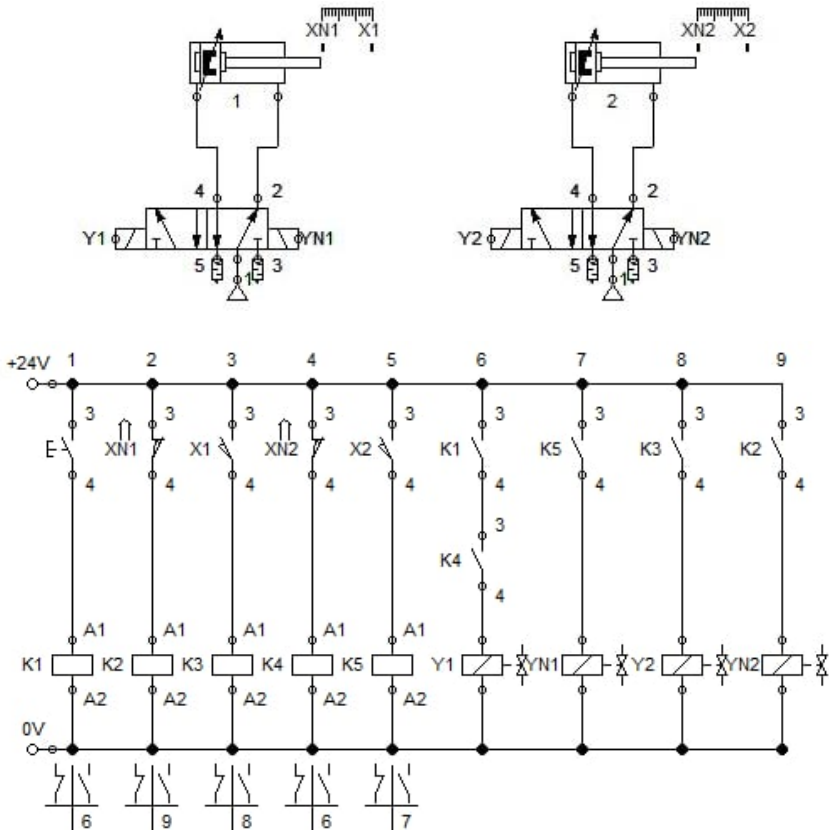


Рисунок 5.3 – Схема принципова варіанту «А»

Для варіанту «В» режим роботи наступний: при натисканні кнопки «Старт» перший циліндр починає висуватися, при досягненні крайнього положення (спрацював датчик X1) починає рух другий циліндр. Коли другий циліндр досягне свого крайнього положення (спрацював датчик X2), він одразу починає повертатися у початкове положення. Сигнал від датчика XN2 дає дозвіл на початок руху першого циліндра у початкове положення. Спрацювання датчика XN1 сигналізує про завершення циклу. Повторне натискання кнопки «Старт» повторює описаний процес. Схема електропневматична принципова варіанту «В» представлено на рисунку 5.4.

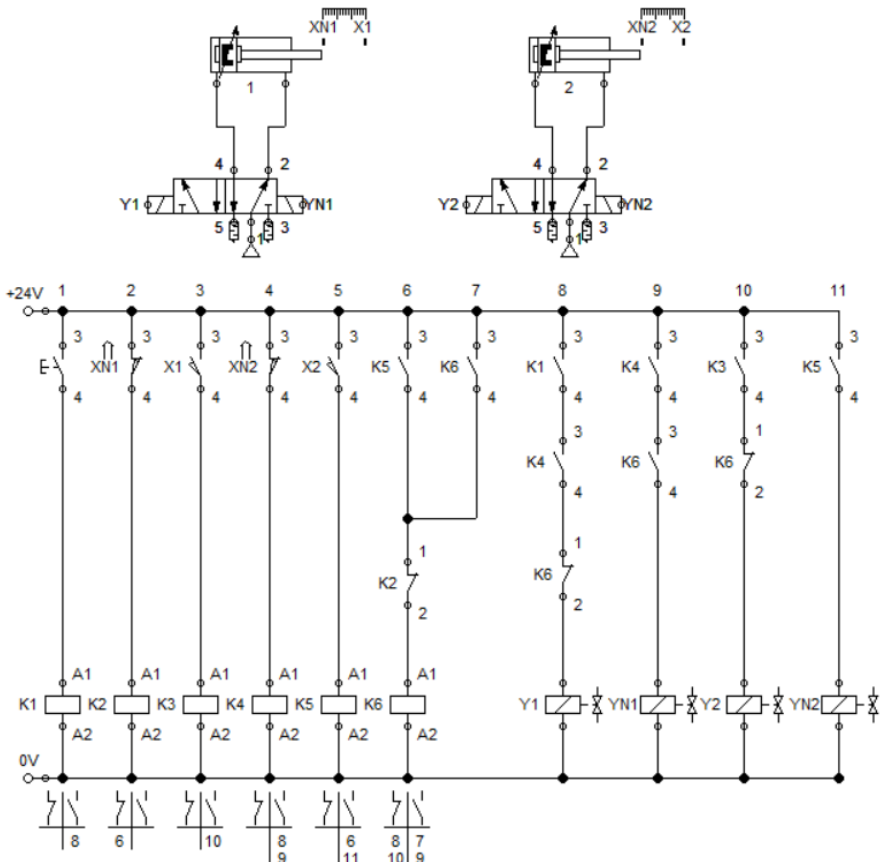


Рисунок 5.4 – Схема принципова варіанту «В»

Для варіанту «С» режим роботи наступний: при натисканні кнопки «Старт» перший циліндр починає висуватися, при досягненні крайнього положення (спрацював датчик X1) він одразу повертається у вихідне положення. Сигнал від датчика XN1 дає дозвіл на початок руху другого циліндра. При досягненні датчик X2 шток другого циліндра одразу повертається у вихідне положення. Спрацювання датчика XN2 сигналізує про завершення циклу. Повторне натискання кнопки «Старт» повторює описаний процес. Схема електропневматична принципова варіанту «С» представлено на рисунку 5.5.

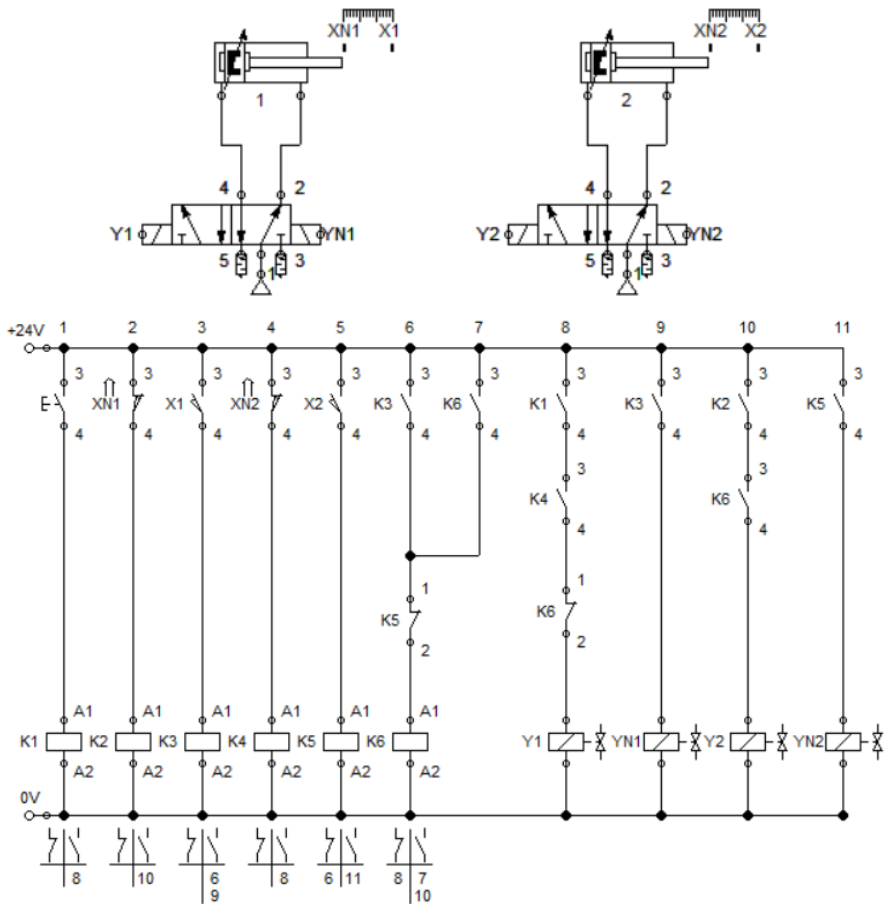


Рисунок 5.5 – Схема принципова варіанту «С»

**Завдання.**

Вивчити основні правила побудови схем та логіку їх роботи. Відтворити у середовищі FluidSIM всі три варіанти схем керування двома циліндрами, що розглянуто у лабораторній роботі, перевірити відповідність роботи часовим діаграмам принципових схем у режимі симуляції.

**Зміст звіту з лабораторної роботи.**

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, три варіанти схем керування та висновки.

**Контрольні запитання.**

1. Назвати основний порядок розташування блоків схеми електричної принципової.
2. Намалювати часові діаграми роботи двох циліндрів.
3. Що необхідно замінити у схемі, щоб цикл йшов безкінечно довго, до моменту примусової зупинки?
4. Чому на схемах контакти XN1/XN2 мають додаткові стрілки у початковому стані?
5. Пояснити режим роботи схеми варіанту «А».
6. Пояснити режим роботи схеми варіанту «В».
7. Пояснити режим роботи схеми варіанту «С».

## 6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

### Ознайомлення з функціями TIA Portal

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

#### Створення нового проекту в TIA Portal.

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

Початкове вікно програми показано на рисунку 6.1.

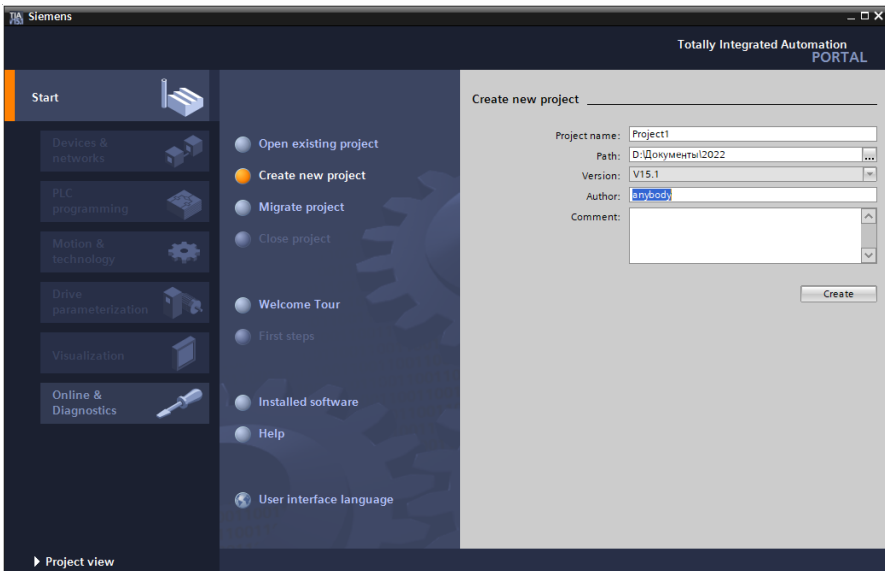


Рисунок 6.1 – Головне вікно середовища розробки TIA Portal

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

Після створення нового проекту відкриється головне меню проекту. На рисунку 6.2 показано вид основного вікна проекту.

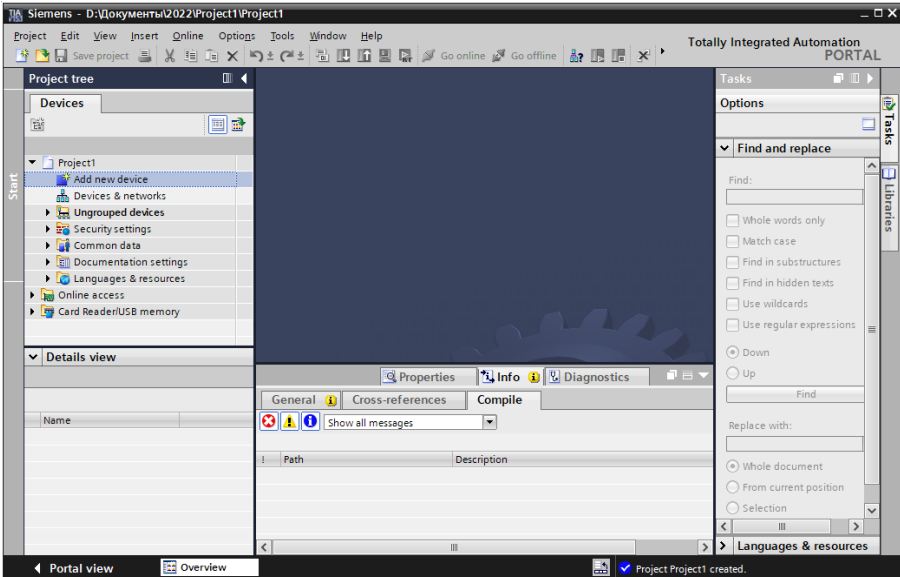


Рисунок 6.2 – Вид вікна проекту в режимі *Project view*

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

Зробимо конфігурування апаратної частини із використанням модулю процесора CPU 1215C DC/DC/DC з номером 6ES7 215-1AG40-0XB0. Для цього виберемо пункт *Add new device* і в списку виберемо необхідний процесор (рисунок 6.3).



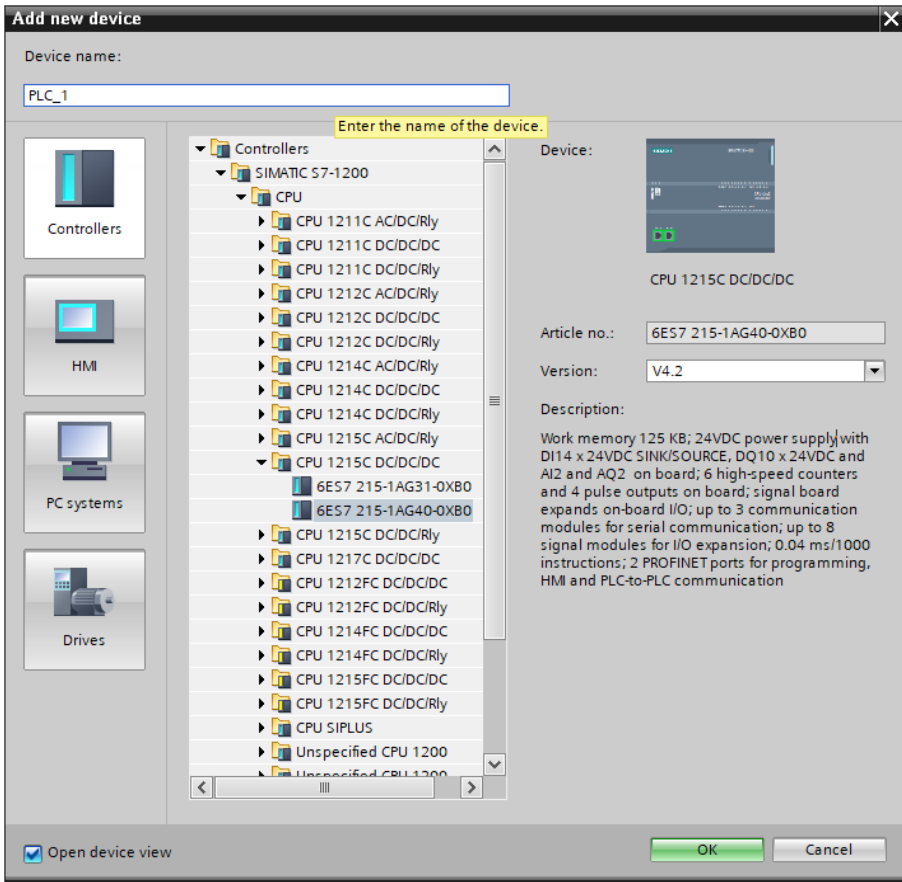


Рисунок 6.3 – Вікно вибору процесора станції

Вибравши процесор станції, вікно проєкту матиме вид, показаний на рисунку 6.4.

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

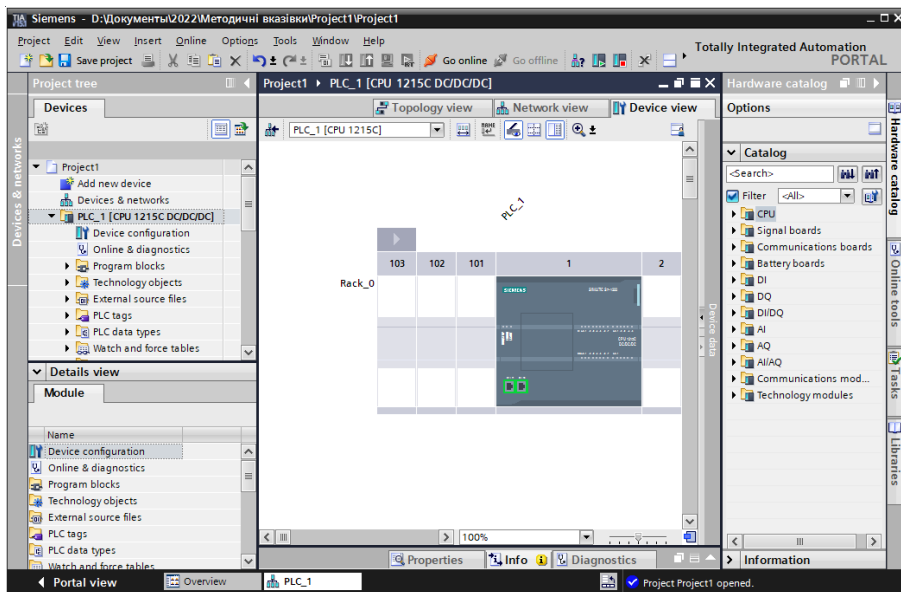


Рисунок 6.4 – Вид станції після конфігурування апаратної частини проєкту

### Заповнення таблиці символів.

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

Для прикладу релейної схеми керування будемо використовувати чотири теги. Таблиця символів буде мати вигляд, представлений на рисунку 6.5. Вікно представляє собою таблицю, в якій для кожної адреси вказується символічне ім'я та тип. Для логічних типів вказується тип *Bool*. Оскільки для прикладу ми використовуємо теги, то в адресі слід прописати ідентифікатор операнду *M*.

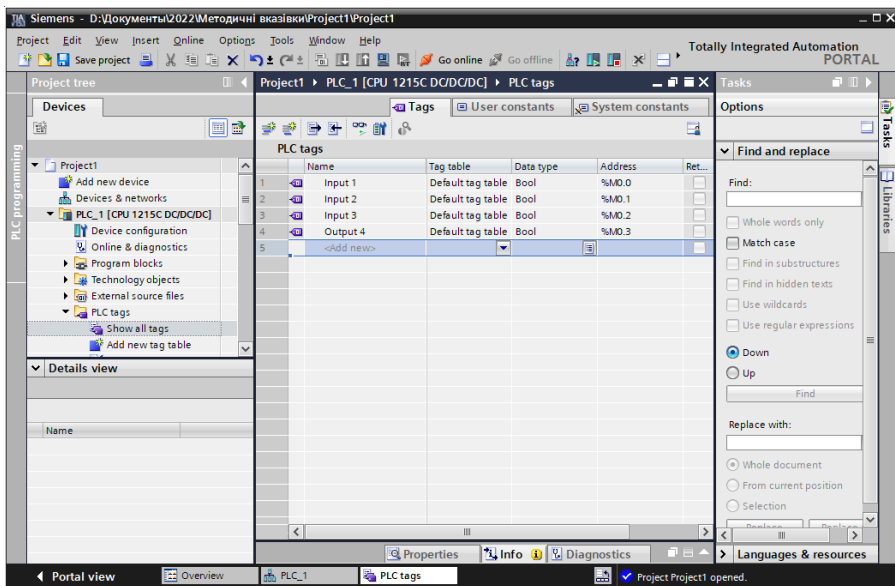


Рисунок 6.5 – Вид заповненої таблиці символів проекту

### Створення програми керування.

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

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

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

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

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

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

На рисунку 6.6 показано вікно редагування програмного блоку з прикладом програми із використанням блоків логічних операцій (>=1 – це блок логічної операції додавання, & - це блок логічної операції множення).

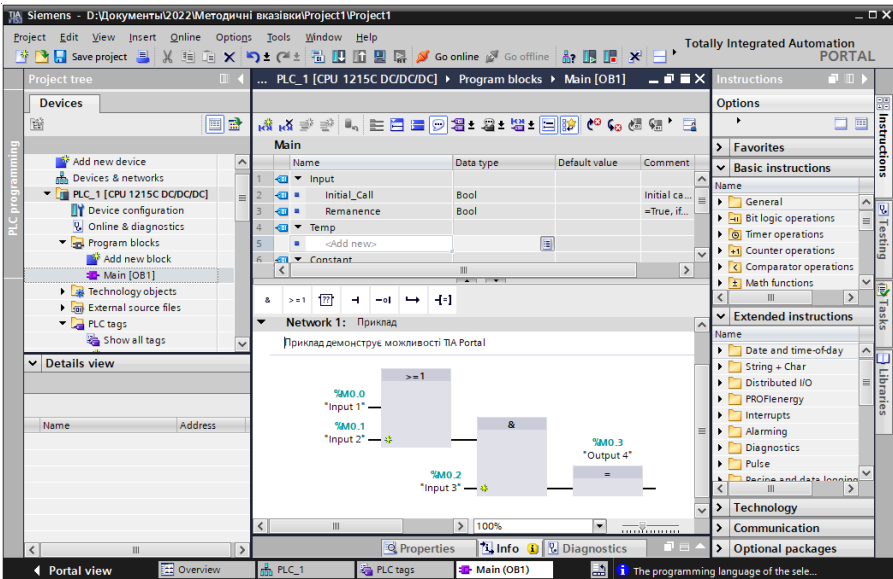




Рисунок 6.6 – Вікно редагування програмного блоку

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

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

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

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

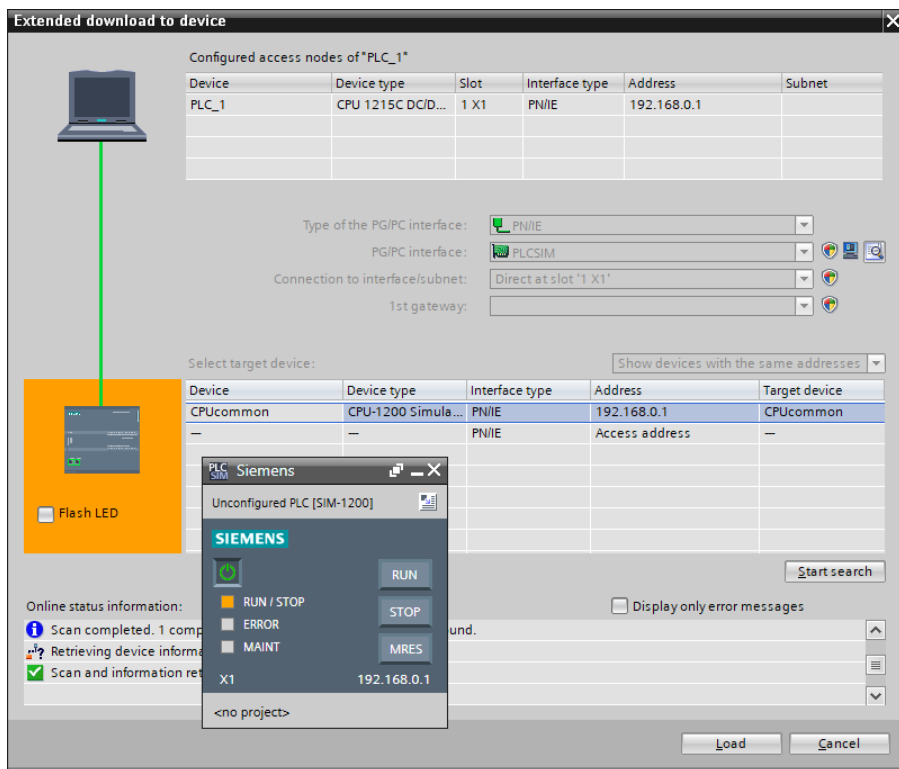


Рисунок 6.7 – Діалогове вікно налаштування інтерфейса завантаження та вікно симулятора контролера

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

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

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



*Monitoring on/off.* Вікно проекту матиме вигляд, показаний на рисунку 6.8.

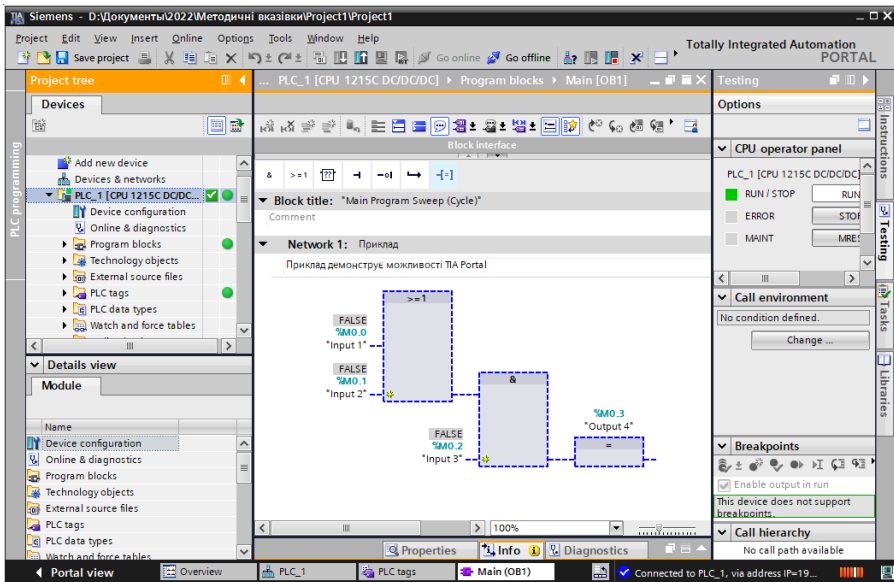


Рисунок 6.8 – Діалогове вікно проекту при з'єднанні онлайн контролера з симулятором

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

Після виконання цих дій програма матиме вигляд, показаний на рисунку 6.9

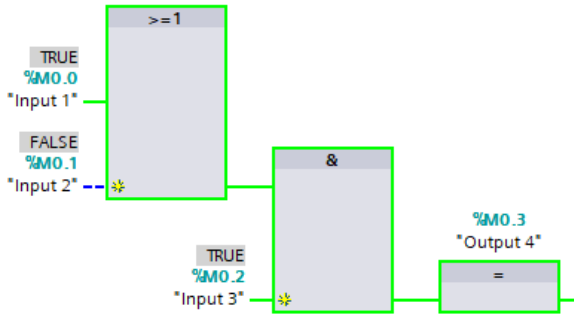


Рисунок 6.9 – Моделювання роботи програми

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

### Завдання.

Скласти програму, використовуючи логічні операції, за вказівками викладача.

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

### Зміст звіту з лабораторної роботи.

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

### Контрольні запитання.

1. Поясніть послідовність кроків при створенні проєкту з використанням контролера Simatic S7-1200.
2. Яке призначення тегів? За допомогою яких засобів задаються теги?
3. Яким чином і для чого використовується симулятор контролера S7-PLCSIM? Поясніть послідовність запуску та налаштування симулятора.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ельперін, І.В. Автоматизація виробничих процесів [Текст]: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. – Вид. 2-ге, виправлене. – К.: Вид. Ліра-К, 2015. – 378 с.
2. Пашков, Є.В. Промислові мехатронні системи на основі пневмоприводу [Текст]: навчальний посібник / Є.В. Пашков, Ю.О. Осинський. – Севастополь: Сев-НТУ, 2007. – 388 с.
3. Пашков, Є.В. Електропневмоавтоматика у виробничих процесах [Текст]: навчальний посібник / Є.В. Пашков, Ю.О. Осинський, О.О. Черв'юркін; під ред. Є.В. Пашкова, – Севастополь: Сев-НТУ, 2003. – 496 с.
4. Регулятор мікропроцесорний програмований МІК-127 [Текст]: Інструкція з експлуатації ПРМК.421457.066 РЭ1; Україна, Івано-Франківск, 2017. – 60 с.
5. DIN/ISO 1219-1 – Пневматика [Текст]: умовні графічні позначення елементів на принципових схемах.
6. Губарев, О.П. Мехатроніка: циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації [Текст]. / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцурова. - К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 160 с.
7. Губарев, О.П. Функціональні модулі систем мехатроніки з пневматичними, електромеханічними та гідравлічними виконавчими пристроями [Текст]: навч. посібник / О.П.Губарев, О.С.Ганпанцурова, К.О.Беліков, А.М. Муращенко – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 104 с.
8. Osadchyy, V. Laboratory Stand for Investigation of Liquid Level Microprocessor Control Systems [Текст] / V. Osadchyy, O. Nazarova // 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, Ukraine, 2020. - pp. 1-4. doi: 10.1109/PAEP49887.2020.9240868.
9. Назарова, О.С. Участь у змаганнях з мехатроніки як форма поглибленого вивчення інженерних дисциплін [Текст] / О.С. Назарова, В.В. Осадчий, С.С. Шулженко, М.О. Олейніков, Р.В. Зінов'єв // Наука та освіта : зб. пр. XVI Міжнар. наук. конф., 4-11.01.22р., м. Хайдусобосло, Угорщина – Хмельницький ХНУ, 2021. - С.52-55.
10. Nazarova, O. Software and hardware complex for the study of electropneumatic mechatronic systems / O. Nazarova, V. Osadchyy, S. Shulzhenko, M. Olieinikov // 2022 IEEE 4th International Conference on



Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022. - P. 1-6, doi: 10.1109/MEES58014.2022.10005698.

11. Osadchyy, V. Adjustable Vibration Exciter Based on Unbalanced Motors / V. Osadchyy, O. Nazarova, T. Hutsol, S. Glowacki, K. Mudryk, A. Bry's, A. Rud, W. Tulej, M. Sojak // Sensors, 2023. – Vol. 23. – P. 2170. <https://doi.org/10.3390/s23042170>

12. Невлюдов І. Ш. Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації : Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2017. – 444 с.

13. Гончаренко Б. М., Осадчий С. І., Віхрова Л. Г. Автоматизація виробничих процесів: навч. посіб. – Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2016. – 352 с.

14. Островецький М.Я. Електротехнічні системи на основі електромагнітних виконавчих пристроїв для керування параметрами технологічних процесів: монографія. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 348 с.

15. Новацький А. О. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи : підручник. у 2 ч. Ч. 1. Мікропроцесорні системи [Електронний ресурс] / А. О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. – 361с.

## Додаток А

## Перелік умовних позначень елементів в електропневматичних схемах


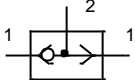

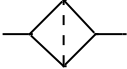
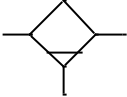
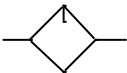
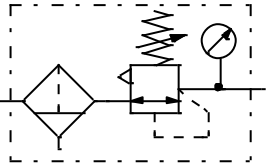
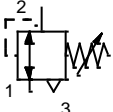

Таблиця А.1 – Умовні позначення елементів в електропневматичних схемах

	Акумулятор або ресивер
	Пневмоглушник
	Циліндр односторонньої дії, пружина спереду
	Циліндр двосторонньої дії без демпфування
	Безштоковий циліндр з регулюємим демпфуванням в крайніх положеннях
	Манометр
	Розподільник з ручним керуванням-моностабільний, керування – кнопка, пружинне повернення, 3/2, Н.З.
	Розподільник з ручним керуванням-моностабільний, керування – кнопка, пружинне повернення, 5/2
	Розподільник з пневматичним керуванням-моностабільний, пружинне повернення, 5/2




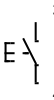
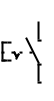
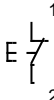
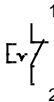

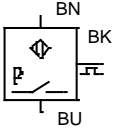
## Продовження таблиці А.1

	Розподільник з пневматичним керуванням-бістабільний, 5/2
	Розподільник з механічним керуванням (плунжер), пружинне повернення, 3/2, Н.З.
	Розподільник з ручним керуванням, керування – тумблер, пружинне повернення, 3/2, Н.З.
	Розподільник з ручним керуванням-бістабільний, керування – тумблер, 5/2
	Розподільник з електропневматичним керуванням-моностабільний, пружинне повернення, 3/2, Н.З.
	Розподільник з електропневматичним керуванням-моностабільний, пружинне повернення, 5/2
	Розподільник з електропневматичним керуванням-бістабільний, 5/2
	Розподільник з пневматичним керуванням-бістабільний, 5/3, закритий у середній позиції

Продовження таблиці А.1

	Регулюємий дросель
	Клапан швидкого вихлопу
	Компресор
	Фільтр
	Влаговідділювач, з ручним відводом конденсата
	Маслороспилювач
	Блок підготовки повітря, в складі вологовідділювача, фільтра, регулятора тиску, манометра та маслороспилювача
	Регулятор тиску
	Джерело тиску

## Продовження таблиці А.1

	Регулюємий дросель з зворотнім клапаном
	Зворотній клапан
	Пневматичний мотор
	Кнопка, нормально відкрита, без фіксації
	Кнопка, нормально відкрита, з фіксацією
	Кнопка, нормально замкнута, без фіксації
	Кнопка, нормально замкнута, з фіксацією
	Котушка розподільника з електромагнітним керуванням
	Датчик наближення індуктивний

Додаток Б

**Зразок оформлення титульної сторінки**

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра ЕПА

**Лабораторна робота № 1**  
**з дисципліни**  
**«Автоматизація технологічних процесів та виробництв»**

Виконав:  
студ. гр. Е-777

Іваненко І.І.

Перевірив:  
доцент

Петренко П.П.