

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт  
з навчальної дисципліни

### **«Програмування автоматизованих технічних комплексів»**

для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю  
«Прикладна механіка», освітня програма «Моделювання технічних  
систем»

Затверджено редакційно-  
видавничою радою університету,  
протокол № 2 від 27.06.2025 р.

Харків  
НТУ «ХПІ»  
2025

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Програмування автоматизованих технічних комплексів» для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю «Прикладна механіка», освітня програма «Моделювання технічних систем» / уклад.: В. В. Клітної, М. Г. Стрижак. – Харків : НТУ «ХПІ». – 2025. – 40 с.

Укладачі: В. В. Клітної  
М. Г. Стрижак

Рецензент А. С. Роговий

Кафедра «Деталі машин та гідропневмосистеми»

## **ВСТУП**

В багатьох сучасних технологічних системах застосовуються автоматизовані технічні системи як засоби реалізації різноманітних виробничих та логістичних процесів. Їх область застосування не обмежується лише промисловим виробництвом, а розповсюджується також на сфери логістики, торгівлі та багато інших.

Ці методичні вказівки призначені для студентів спеціальності G9 – Прикладна механіка. Вони містять методику щодо етапів проектування, перевірки працездатності шляхом комп'ютерного моделювання, програмування, випробування на лабораторному стенді та оптимізації програмованих пневматичних систем з мікроконтролерним керуванням ними з метою забезпечення їхньої надійності, ефективності та безпечності.

У цих методичних вказівках міститься постановка ситуації, автоматизацію якої необхідно виконати, а також схемні рішення та практичні поради щодо вибору компонентів, встановлення належних параметрів, написання програми керування та виконання випробувань. Це сприяє поглибленню знань в області автоматизації, пневматики та керуючих систем, а також здобуттю практичних навичок, необхідних для успішного опанування спеціальності.

**Мета роботи** – набуття практичних навичок у створенні пневмоелектричних схем з мікроконтролерним керуванням; ознайомлення з принципом прямого керування гідроциліндром з двох різних позицій.

### 1.1 Завдання:

- розробити принципові пневмо- і електросхеми з прямим керуванням з двох різних позицій;
- перевірити працездатність розроблених схем у програмі FluidSim;
- зібрати розроблену схему на експериментальному стенді.

### 1.2 Постановка задачі

За допомогою пристрою (рис. 5.1) деталі переміщуються з однієї конвеєрної стрічки на іншу.

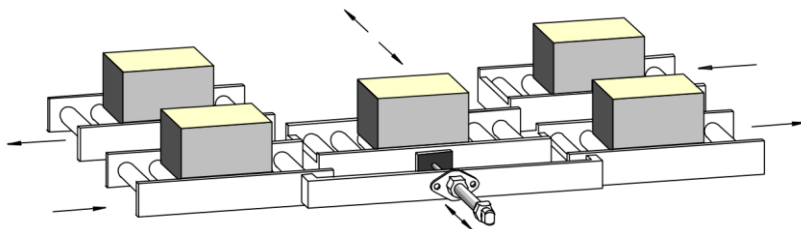


Рисунок 1.1 – Схема переміщення деталей між конвеєрними стрічками

При натисканні на кнопковий перемикач рама (ділянка конвеєрної стрічки) переміщується у горизонтальній площині, сполучаючись із іншою стрічкою. Деталь переміщується з однієї стрічки на іншу, по якій вона рухається у протилежному напрямку. При натисканні на інший кнопковий перемикач рама повертається у вихідне положення.

### 1.3 Побудова принципових пневмо- та електросхеми

Для побудови пневмо- та електросхеми пристрою переміщення (рис. 1.1) використаємо наступні елементи:

Кількість	Найменування
1	пневмоциліндр двосторонньої дії
1	блок підготовки повітря з 3/2 розподільником

1	колектор
1	5/2 розподільник з одностороннім електромагнітним керуванням
1	блок живлення
1	панель вводу сигналів, електрична
1	контролер

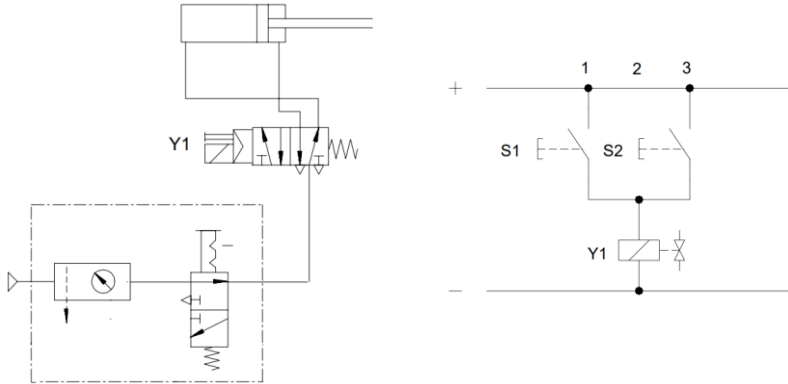


Рисунок 1.2 – Монтажна пневмо- та електрична схема пристрою переміщення

При натисканні кнопкового перемикача S1 замикається електричний ланцюг подачі струму на електромагніт Y1 і переключається 5/2-розподільник з одностороннім керуванням (рис. 1.2). Шток циліндра двосторонньої дії висувається в крайнє положення. При відпусканні кнопки S1 електричний ланцюг для котушки соленоїда Y1 розмикається.

При натисканні кнопкового перемикача S2 замикається електричний ланцюг подачі струму на електромагніт Y2, який переключає розподільник у вихідне положення. Шток циліндра втягується.

Після відпускання кнопкового перемикача S2 електричний ланцюг для котушки соленоїда Y2 розмикається.

#### 1.4 Перевірка працездатність розроблених схем у програмі FluidSim

Налаштування вмісту контролера (елемент «Logic module» у програмі FluidSim) здійснюється шляхом застосування елемента реле фіксації («Latching relay») (рис. 1.4).

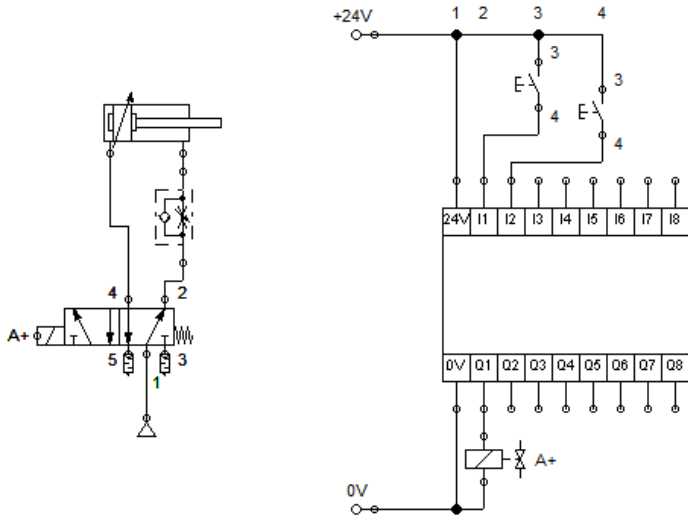


Рисунок 1.3 – Реалізація пневмо- електросхеми пристрою переміщення (пряме мікроконтролерне керування) у програмі FluidSim

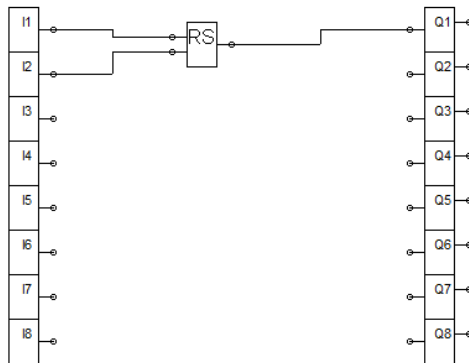


Рисунок 1.4 – Налаштування у програмі FluidSim елемента «Logic module», що імітує мікроконтролер, відповідно до схеми на рис. 1.3

Фізичний вигляд елемента реле фіксації «Latching relay» представлений на рис. 1.5. Вихід Q встановлюється через вхід S. Вихід також з'єднаний з другим входом R. Реле фіксації - простий зв'язувальний накопичувальний елемент. Значення вихідного сигналу залежить від вхідних сигналів і наявності попереднього сигналу на виході.



Рисунок 1.5 – Елемент реле фіксації «Latching relay»

### 1.5 Створення програми керування робочим процесом за допомогою мікроконтролера

Для автоматизації процесу переміщення деталей між конвеєрними стрічками створимо у середовищі FST програму керування на базі мікроконтролера. Створення програми починається із заповнення списку розподілу («Allocation list»).

Operand	Symbol	Comment
00.0	signal_A	сигнал керування розподільником
I0.0	button_1	Натиснута кнопка 1
I0.1	button_2	натиснута кнопка 2

Рисунок 1.6 – «Allocation list» для FST–програми керування пристроєм переміщення

P 0 (V1) - Список операторів - керування 2-а кнопками*		
IF	I0.0	'натиснута кнопка 1
THEN SET	00.0	'сигнал керування розподільником
IF	I0.1	'натиснута кнопка 2
THEN RESET	00.0	'сигнал керування розподільником

Рисунок 1.7 – FST–програма керування пристроєм переміщення у вигляді списку операторів

Програма керування пристроєм переміщення на рис. 1.1 у вигляді списку операторів наведена на рис. 1.7, та ідентична їй, але у вигляді структурної схеми «Ladder Diagram» – на рис. 1.8.

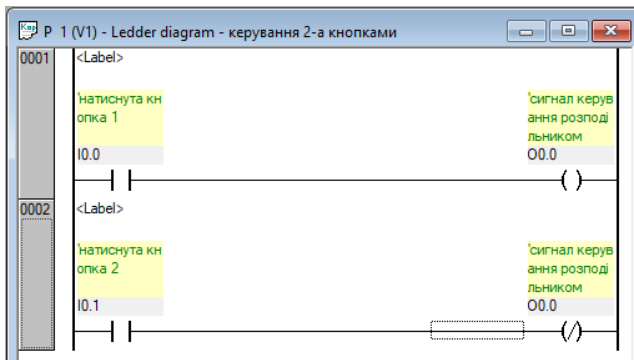


Рисунок 1.8 – FST–програма керування пристроєм переміщення у вигляді структурної схеми

### Завдання для самоконтролю:

Розробити принципову схему пристрою мікроконтролерного керування бункером з двох різних позицій (рис. 1.9). Перевірити її працездатність у програмі FluidSim.

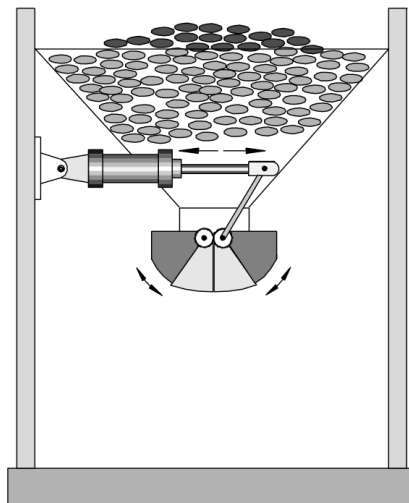


Рисунок 1.9 – Пристрій керування бункером

Сипучий матеріал необхідно вивантажити з бункера. При натисканні кнопкового перемикача шток циліндра втягується, бункер відкривається і сипучий матеріал висипається. При натисканні іншої

кнопки перемикача шток циліндра висувається і бункер знову закривається.

Звіт до лабораторної роботи повинен містити конструктивну та пневмоелектричну схеми пристрою та опис принципу їх роботи, висновок.

## ГРАВІТАЦІЙНИЙ МАГАЗИН

**Мета роботи** – набуття практичних навичок у створенні пневмоелектричних схем з мікроконтролерним керуванням; ознайомлення з принципом прямого керування з реверсом гідроциліндра за допомогою електричного кінцевого перемикача.

### 2.1 Завдання:

- розробити принципові пневмо- і електросхеми з прямим мікроконтролерним керуванням з реверсом;
- перевірити працездатність розроблених схем у програмі FluidSim;
- зібрати розроблену схему на експериментальному стенді.

### 2.2 Постановка задачі

Дерев'яні планки необхідно виштовхувати з під гравітаційного магазину до затискного пристрою.

При натисканні кнопкового перемикача нижня планка виштовхується з гравітаційного магазину за допомогою штовхача. Як тільки штовхач досягає передньої крайньої позиції, він одразу повертається у вихідне положення (рис. 2.1).

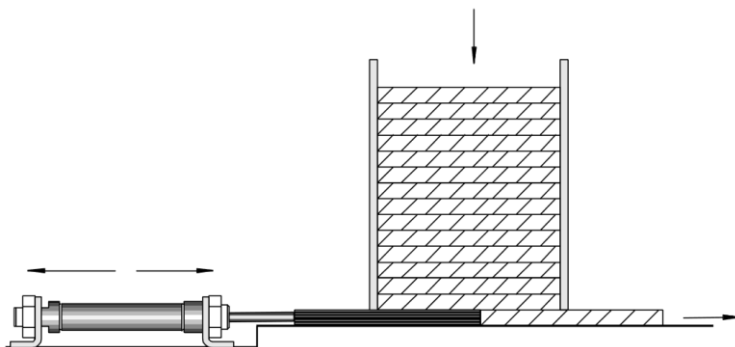


Рисунок 2.1 – Схема переміщення дерев'яних планок

### 2.3 Побудова принципових пневмо- та електросхеми

Для побудови пневмо- та електросхеми системи забезпечення функціонування гравітаційного магазину (рис. 2.1) використаємо наступні елементи:

10

Кількість	Найменування
1	пневмоциліндр двосторонньої дії
1	5/2 розподільник з одностороннім електромагнітним керуванням

1	блок живлення
1	панель вводу сигналів, електрична
1	контролер
1	електричний кінцевий перемикач з ввімкненням зліва

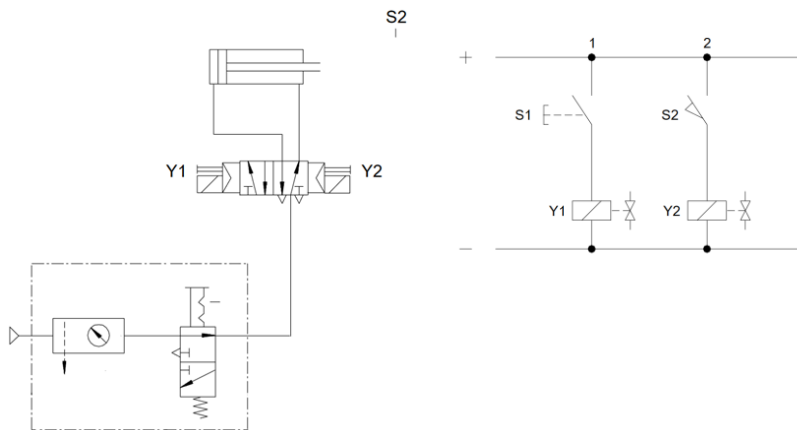


Рисунок 2.2 – Монтажна пневмо- та електрична схема забезпечення функціонування гравітаційного магазину

При натисканні кнопкового перемикача S1 замикається електричний ланцюг подачі струму на електромагніт Y1 і переключається 5/2-розподільник з двостороннім керуванням (рис. 2.2). Коли кнопка S1 відпущена, електричний ланцюг для котушки соленоїда Y1 розмикається. Шток циліндра двосторонньої дії висувається в крайнє положення, і натискає кінцевий перемикач S2. Електричний ланцюг для котушки соленоїда Y2 замикається, а 5/2-розподільник повертається у вихідне положення. Шток циліндра втягується. Електричний ланцюг для котушки соленоїда Y2 розмикається.

#### 2.4 Перевірка працездатність розроблених схем у програмі FluidSim

Налаштування вмісту контролера (елемент «Logic module» у програмі FluidSim) здійснюється шляхом застосування елемента реле фіксації («Latching relay»), приклад застосування якого наведено на рис. 1.4.

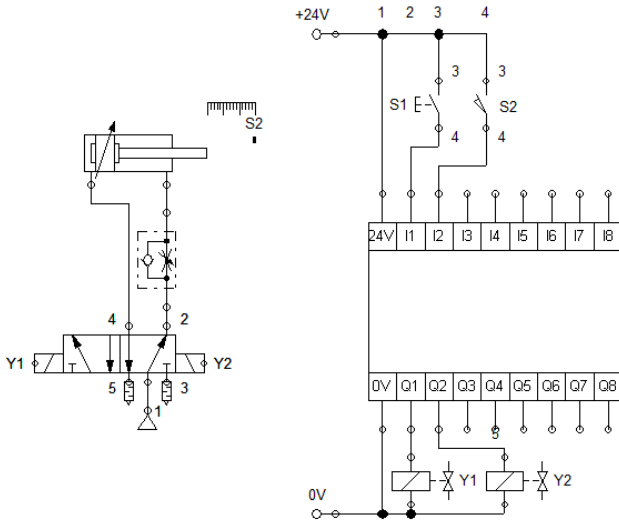


Рисунок 2.3 – Реалізація пневмо- електросхеми гравітаційного магазина (пряме мікроконтролерне керування з реверсом) у програмі FluidSim

Налаштування вмісту контролера (елемент «Logic module» у програмі FluidSim) здійснюється шляхом застосування двох елементів реле фіксації («Latching relay») (рис. 2.4).

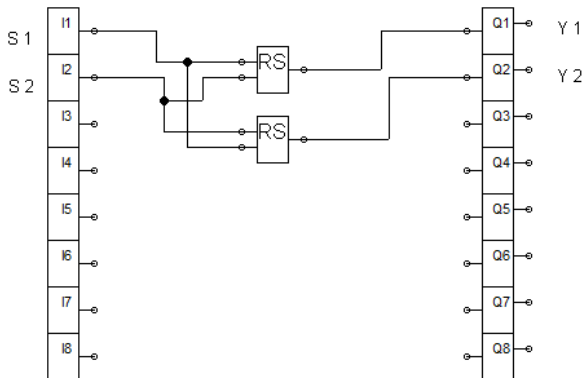
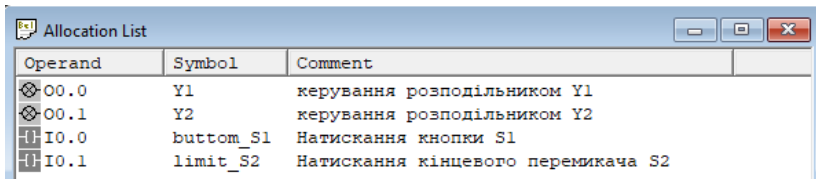


Рисунок 2.4 – Налаштування у програмі FluidSim елемента «Logic module», що імітує мікроконтролер, відповідно до схеми на рис. 2.3

## 2.5 Створення програми керування робочим процесом за допомогою мікроконтролера

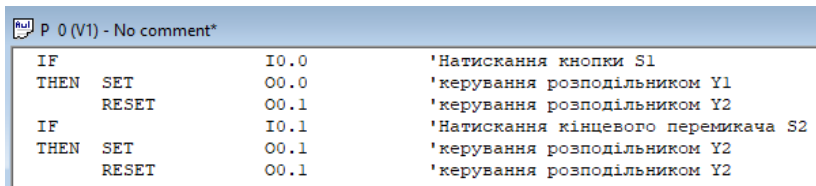
Для автоматизації процесу переміщення дерев'яних планок створимо у середовищі FST програму керування на базі мікроконтролера. Створення програми починається із заповнення списку розподілу («Allocation list»).



Operand	Symbol	Comment
00.0	Y1	керування розподільником Y1
00.1	Y2	керування розподільником Y2
I0.0	button_S1	Натискання кнопки S1
I0.1	limit_S2	Натискання кінцевого перемикача S2

Рисунок 2.6 – «Allocation list» для FST–програми керування роботою гравітаційного магазину

Програма керування пристроєм переміщення на рис. 2.1 у вигляді списку операторів наведена на рис. 2.7, та ідентична їй, але у вигляді структурної схеми «Ladder Diagram» – на рис. 2.8.



IF	I0.0	'Натискання кнопки S1	
THEN	SET	00.0	'керування розподільником Y1
	RESET	00.1	'керування розподільником Y2
IF	I0.1	'Натискання кінцевого перемикача S2	
THEN	SET	00.1	'керування розподільником Y2
	RESET	00.1	'керування розподільником Y2

Рисунок 2.7 – FST–програма керування роботою гравітаційного магазину у вигляді списку операторів

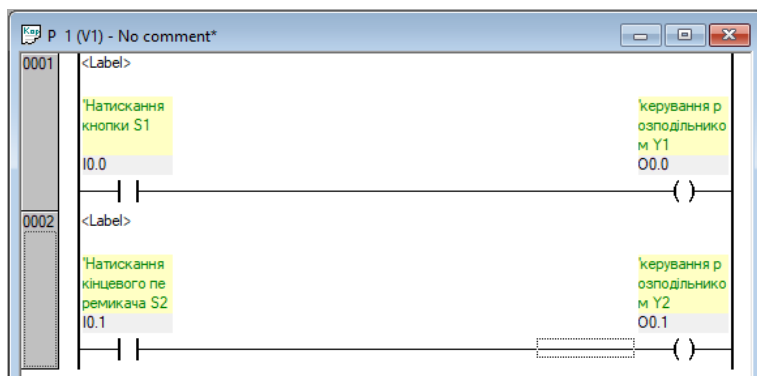


Рисунок 2.8 – FST–програма керування роботою гравітаційного магазину у вигляді структурної схеми

### Завдання для самоконтролю:

Розробити принципову схему пристрою мікроконтролерного керування багатоканальним гравітаційним магазином (рис. 2.4). Схема повинна бути побудована за принципом прямого керування з реверсом і контролем початкового положення поршня за допомогою електричних кінцевих перемикачів. Перевірити її працездатність у програмі FluidSim. Написати FST-програму керування роботою пристрою.

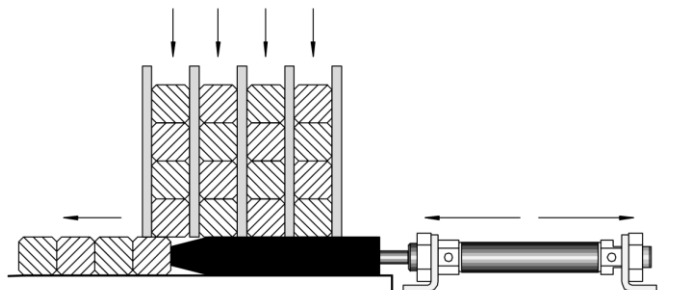


Рисунок 2.4 – Багатоканальний гравітаційний магазин

Деталі потрібно виштовхувати з під багатоканального гравітаційного магазину до затискного пристрою.

При натисканні кнопкового перемикача деталі виштовхуються з багатоканального гравітаційного магазину за допомогою штовхача. Після досягнення повзуну переднього крайнього положення він одразу починає зворотний рух і повертається у вихідне положення.

Звіт до лабораторної роботи повинен містити конструктивну та пневмоелектричну схеми пристрою та опис принципу їх роботи, висновок.

## ПРИСТРІЙ ПОДАЧІ СТРІЧКИ З ЛИСТОВОГО МЕТАЛУ

**Мета роботи** – набуття практичних навичок у створенні пневмоелектричних схем з мікроконтролерним керуванням; ознайомлення з принципом прямого керування зі зворотно-поступальним рухом штока кількох гідроциліндрів.

### 3.1 Завдання:

- розробити принципові пневмо- і електросхеми з прямим мікроконтролерним керуванням зворотно-поступальним рухом штоками двох гідроциліндрів;
- перевірити працездатність розроблених схем у програмі FluidSim;
- зібрати розроблену схему на експериментальному стенді.

### 3.2 Постановка задачі

Стрічка листового металу подається від барабана до ріжучого інструменту. Пристрій подачі може запускатися лише тоді, коли перфоратор знаходиться у верхньому положенні (цей сигнал повинен бути імітований натисканням кнопки S3). Циліндр 1А висувається і утримує стрічку листового металу, далі циліндр 2А висувається, фіксуючи механізм. Циліндр 1А відпускає стрічку і циліндр 2А повертається у початкове положення (рис. 3.1).

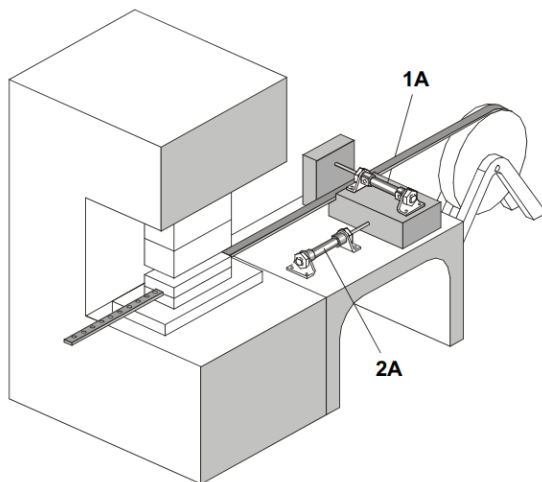


Рисунок 3.1 – Схема керування подачею металевої стрічки

### 3.3 Побудова принципових пневмо- та електросхеми

Для побудови пневмо- та електричної системи мікроконтролерного керування подачею металеві стрічки (рис. 3.1) використаємо наступні елементи:

Кількість	Найменування
1	пневмоциліндр двосторонньої дії
1	пневмоциліндр односторонньої дії
1	блок підготовки повітря з 3/2 розподільником
1	5/2 розподільник з одностороннім електромагнітним керуванням
1	3/2 розподільник з одностороннім електромагнітним керуванням
1	блок живлення
1	панель вводу сигналів, електрична
1	контролер
1	електричний кінцевий перемикач з ввімкненням зліва
2	електричний кінцевий перемикач з ввімкненням зправа

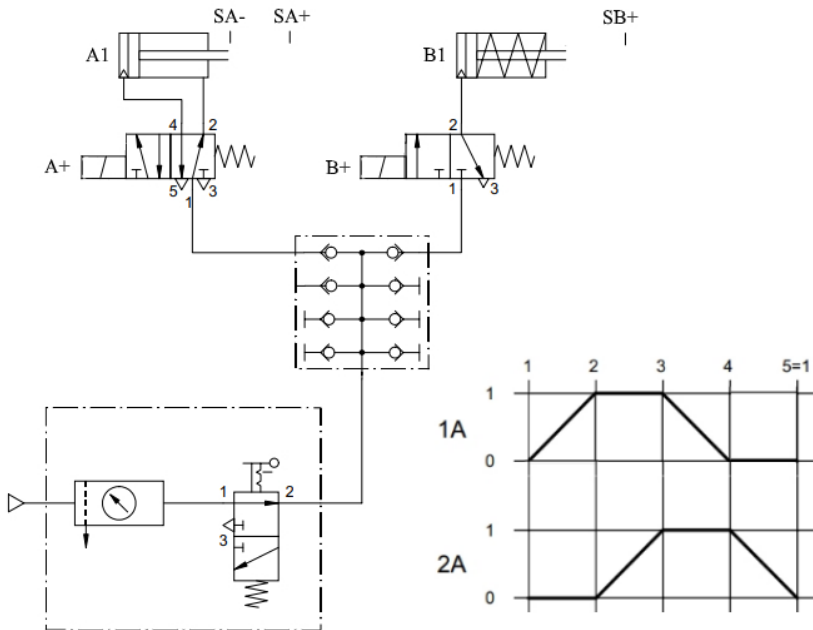


Рисунок 3.2 – Монтажна пневмосхема керування подачею металеві стрічки та схема спрацювання пневмоциліндрів

При натисканні кнопкового перемикача S3 замикається електричний ланцюг подачі струму на електромагніт A+ і

переключається 5/2-розподільник з одностороннім керуванням (рис. 3.2). Шток циліндра двосторонньої дії A1 (рис. 3.1) висувається і в передньому крайньому положенні натискає кінцевий перемикач SA+. При цьому замикається електричний ланцюг подачі струму на електромагніт B+ і шток циліндра односторонньої дії A2 висувається, в передньому крайньому положенні натискаючи кінцевий перемикач SB+.

При спрацюванні вимикача SB+ розмикається електричний ланцюг електромагніта A+ і 5/2-розподільник повертається у вихідне положення під дією пружини. Шток циліндра A1 втягується і у вихідному положенні натискає на кінцевий перемикач SA-. При цьому розмикається електричний ланцюг електромагніта B+ і шток циліндра A2 також втягується. Схема спрацювання циліндрів для описаного алгоритму роботи наведена на рис. 3.2.

### 3.4 Перевірка працездатність розроблених схем у програмі FluidSim

За схемою на рис. 3.2 у програмі FluidSim збираємо пневмосхему та схему мікроконтролерного керування зворотно-поступальним рухом штоків пневмоциліндрів (рис. 3.3).

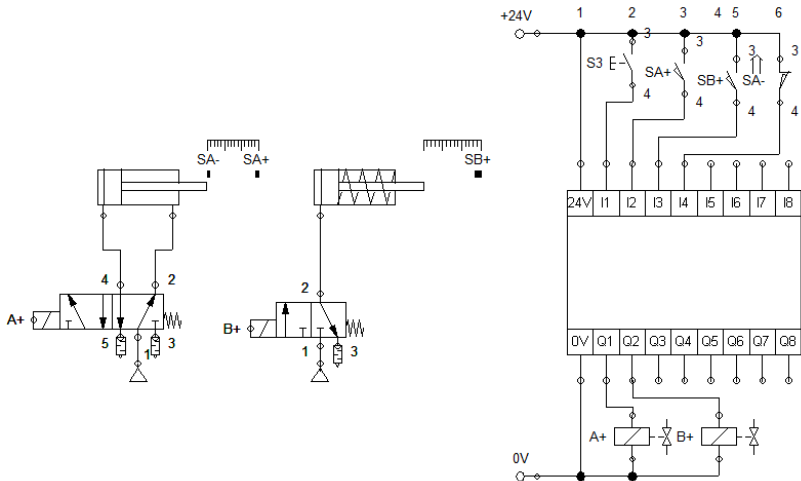


Рисунок 3.3 – Реалізація пневмосхеми та електричної схеми мікроконтролерного керування зворотно-поступальним рухом штоків двох пневмоциліндрів у програмі FluidSim

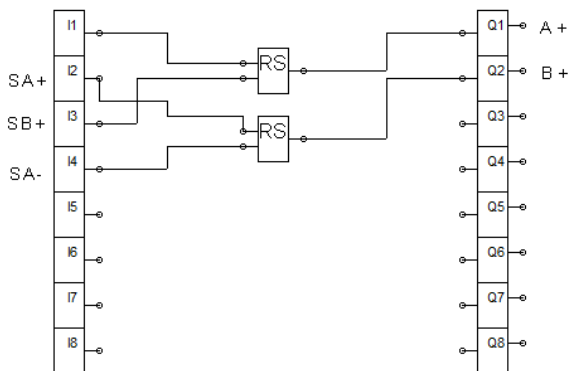


Рисунок 3.4 – Налаштування у програмі FluidSim елемента «Logic module», що імітує мікроконтролер, відповідно до схеми на рис. 3.3

### 3.5 Створення програми керування робочим процесом за допомогою мікроконтролера

Для автоматизації процесу подачі металевої стрічки створимо у середовищі FST програму керування на базі мікроконтролера. Створення програми починається із заповнення списку розподілу («Allocation list»).

Operand	Symbol	Comment
O0.0	A_plus	сигнал керування розподільником A+
O0.1	B_plus	сигнал керування розподільником B+
I0.0	button_S3	натиснута кнопка S3
I0.1	SA_plus	натиснутий кінцевий перемикач SA+
I0.2	SB_plus	натиснутий кінцевий перемикач SB+
I0.3	SA_minus	натиснутий кінцевий перемикач SA-

Рисунок 3.5 – «Allocation list» для FST-програми керування подачею металевої стрічки

Наведений Allocation list містить чотири вхідних сигнали (I0.0 – натискання кнопки S3; I0.1 ÷ I0.3 – сигнали від кінцевих перемикачів) та два вихідних (O0.0 – сигнал керування, що подається на електромагніт розподільника A та O0.1 – сигнал керування, що подається на електромагніт розподільника B).

FST-програма керування подачею металевої стрічки наведена на рис. 3.6 (у вигляді списку операторів) наведена і на рис. 3.7 (у вигляді структурної схеми «Ladder Diagram»).

```

P 0 (V1) - список операторів

STEP extens_A

IF          SA_minus      'натиснутий кінцевий перемикач SA-
  AND      button_S3      'натиснута кнопка S3
THEN SET    A_plus        'сигнал керування розподільником A+

STEP extens_B

IF          SA_plus      'натиснутий кінцевий перемикач SA+
  AND      N      SB_plus  'натиснутий кінцевий перемикач SB+
THEN SET    B_plus        'сигнал керування розподільником B+

STEP retract_A

IF          SB_plus      'натиснутий кінцевий перемикач SB+
  AND      SA_plus      'натиснутий кінцевий перемикач SA+
THEN RESET  A_plus        'сигнал керування розподільником A+

STEP retract_B

IF          SB_plus      'натиснутий кінцевий перемикач SB+
  AND      SA_minus     'натиснутий кінцевий перемикач SA-
THEN RESET  B_plus        'сигнал керування розподільником B+

```

Рисунок 3.7 – FST–програма керування подачею металевої стрічки у вигляді списку операторів

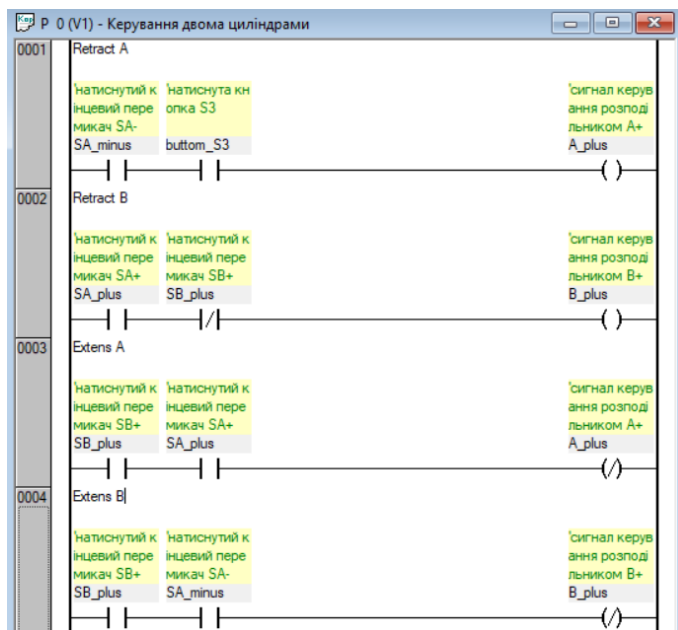


Рисунок 3.8 – FST–програма керування подачею металевої стрічки у вигляді структурної схеми

### Завдання для самоконтролю:

Розробити принципові пневмо- та електричну мікроконтролерного керування роботою поворотного столу (рис. 3.9). Схеми повинні бути побудовані за принципом прямого керування зворотньо-поступальним рухом штоків двох пневмоциліндрів за алгоритмом, наведеним на рис. 3.10. Перевірити працездатність спроектованої системи у програмі FluidSim. Написати FST-програму керування роботою пристрою.

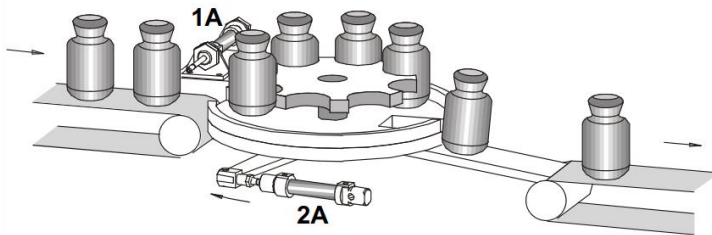


Рисунок 3.9 – Поворотний механізм

За допомогою поворотного механізму металеві заготовки переміщуються за часовою стрілкою (рис. 3.9).

При натисканні кнопкового перемикача шток циліндра 2А, що здійснює зворотньо-поступальні рухи, за допомогою важеля обертає поворотний стіл з рівним кутовим кроком, при цьому шток циліндра 1А переміщує деталі з конвеєрної стрічки до комірок поворотного механізму. Схема спрацювання циліндрів для описаного алгоритму роботи наведена на рис. 3.10.

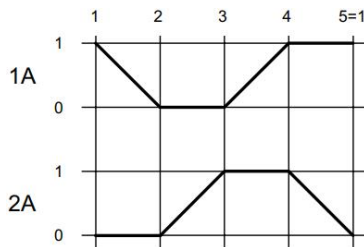


Рисунок 3.10 – Схема спрацювання циліндрів поворотного механізму.

Звіт до лабораторної роботи повинен містити конструктивну та пневмоелектричну схеми пристрою та опис принципу їх роботи, висновок.

## ПЕРЕДАВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ

**Мета роботи** – набуття практичних навичок у створенні пневмоелектричних схем з мікроконтролерним керуванням; ознайомлення зі схемою зворотно-поступального руху штока циліндра з контролем крайніх позицій магнітними датчиками положення.

### 4.1 Завдання:

- розробити принципові пневмо- і електричну схему мікроконтролерного керування зворотно-поступальним рухом штока циліндра з контролем крайніх позицій магнітними датчиками положення;
- перевірити працездатність розроблених схем у програмі FluidSim;
- зібрати розроблену схему на експериментальному стенді.

### 4.2 Постановка задачі

Деталі необхідно переміщати за допомогою передавального пристрою з однієї конвеєрної стрічки на іншу з рівними проміжками між ними.

При натисканні кнопкового перемикача починається зворотно-поступальний рух штока циліндра, який за допомогою кривошипа та храпового колеса здійснює крокову передачу деталей з однієї конвеєрної стрічки на іншу, яка має протилежний напрям руху. При натисканні на інший кнопковий перемикач робота системи припиняється, циліндри повертаються у вихідне положення (рис. 4.1).

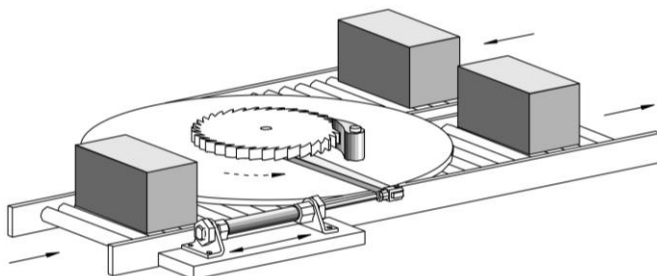


Рисунок 4.1 – Схема роботи передавального пристрою

### 4.3 Побудова принципових пневмо- та електрисхеми

Для побудови пневмо- та електрисхеми роботи передавального пристрою (рис. 4.2-4.3) використаємо наступні елементи:

21

Кількість	Найменування
1	пневмоциліндр двосторонньої дії

1	блок підготовки повітря з 3/2 розподільником
1	колектор
1	5/2 розподільник з двостороннім електромагнітним керуванням
1	блок живлення
1	мікроконтролер Festo Compact
2	магнітний датчик положення з установкою на циліндрі
1	кнопка нормально розімкнена
1	кнопка нормально замкнена

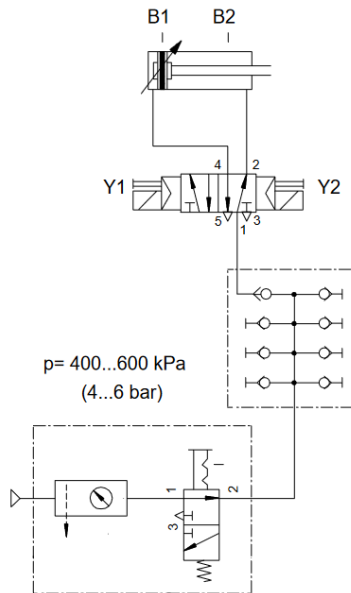


Рисунок 4.2 – Монтажна пневмосхема роботи передавального пристрою

При натисканні кнопкового перемикача S1 з фіксацією (нормально відкритого) замикається електричний ланцюг подачі струму на обмотку електромагніта керування розподільником Y1, оскільки кнопковий перемикач S2 (нормально закритий) замикає контакти у ланцюзі. Шток циліндра двосторонньої дії висувається і в передньому крайньому положенні вмикає електромагнітний датчик B2.

З початком висування штока вимикається датчик B1, вимикаючи також електромагніт Y1. Сигнал від датчика B2 замикає подачу струму на електромагніт Y2, 5/2-розподільник перемикається у вихідне

положення, а шток циліндра втягується і у крайньому положенні вмикає датчик В1. З початком зворотного руху штока датчик В2 вимикається, розмикаючи ланцюг з електромагнітом Y2.

Як тільки шток повністю втягнеться, знову через ввімкнений датчик В1 і кнопку S1 з фіксацією ввімкнеться електромагніт керування розподільником Y1. 5/2-розподільник знову перемкнеться, змушуючи шток циліндра висуватися.

При натисканні на кнопку перемикача S2 (нормально закритого) розмикається ланцюг подачі струму від кнопки S1. Система повертається у вихідне положення. Шток циліндра втягується й зупиняється.

#### 4.4 Перевірка працездатності розробленої схеми у програмі FluidSim

За схемою на рис. 4.2 у програмі FluidSim збираємо пневмосхему та схему мікроконтролерного керування роботою передавального пристрою (рис. 4.3).

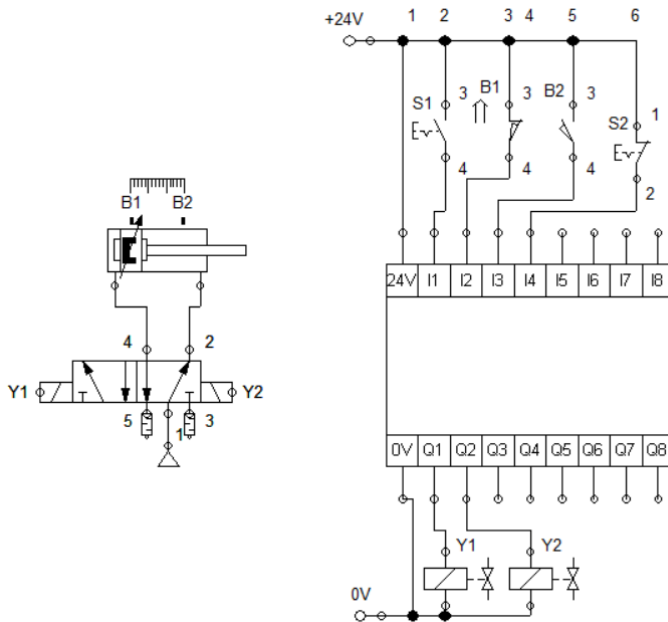


Рисунок 4.3 – Реалізація пневмосхеми та електричної схеми мікроконтролерного керування роботою передавального пристрою у програмі FluidSim

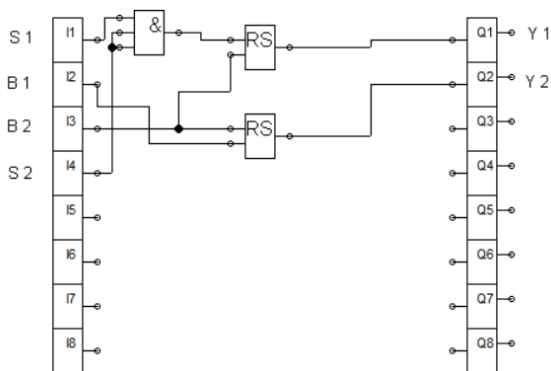


Рисунок 4.4 – Налаштування у програмі FluidSim елемента «Logic module», що імітує мікроконтролер, відповідно до схеми на рис. 4.3

#### 4.5 Створення програми керування робочим процесом за допомогою мікроконтролера

Для автоматизації роботи передавального пристрою створимо у середовищі FST програму керування на базі мікроконтролера. Створення програми починається із заповнення списку розподілу («Allocation list»).

Operand	Symbol	Comment
00.0	Y1	сигнал на висування штока
00.1	Y2	сигнал на втягування штока
I0.0	S1	натиснута кнопка S1
I0.1	B1	сигнал від магнітного датчика B1
I0.2	B2	сигнал від магнітного датчика B2
I0.3	S2	натиснута кнопка S2

Рисунок 4.5 – «Allocation list» для FST-програми керування роботою передавального пристрою

Наведений Allocation list містить чотири вхідних сигнали (I0.0 та I0.3 – натискання кнопок S1 та S2; I0.1 і I0.2 – сигнали від магнітних датчиків, розташованих на циліндрі) та два вихідних (O0.0 – сигнал керування Y1, що подається на електромагніт розподільника викликає висування штока циліндра та O0.1 – сигнал керування Y2, що подається на електромагніт розподільника і викликає втягування штока).

FST-програма керування роботою передавального пристрою наведена на рис. 4.6 (у вигляді списку операторів) і на рис. 4.7 (у вигляді структурної схеми «Ladder Diagram»).

```

P 0 (V1) - No comment*
STEP extension
  IF          S1          'натиснута кнопка S1
  AND        S2          'натиснута кнопка S2
  THEN SET   Y1          'сигнал на висування штока
  RESET     Y2          'сигнал на втягування штока

STEP retract
  IF          B2          'сигнал від магнітного датчика B2
  THEN SET   Y2          'сигнал на втягування штока
  RESET     Y1          'сигнал на висування штока

STEP stop_retr
  IF          B1          'сигнал від магнітного датчика B1
  THEN JMP TO extension

```

Рисунок 4.6 – FST–програма керування роботою передавального пристрою у вигляді списку операторів

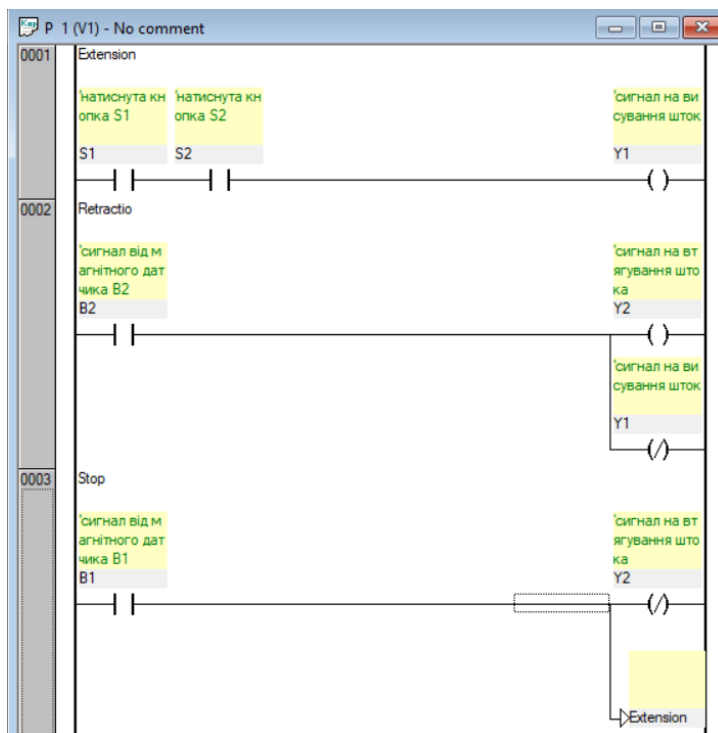


Рисунок 4.7 – FST–програма керування роботою передавального пристрою у вигляді структурної схеми

Розробити принципові пневмо- та електросхему мікроконтролерного керування роботою розподільчої станції (рис. 4.8). Перевірити працездатність спроектованої системи у програмі FluidSim. Написати FST-програму керування роботою пристрою.

Контроль положення штока циліндра А повинен здійснюватися за допомогою магнітних датчиків, розташованих на циліндрі, циліндра В – кінцевих перемикачів.

За допомогою розподільчої станції блоки потрібно переміщувати з гравітаційного магазину до місця обробки (рис. 4.8). Блоки виштовхуються з гравітаційного магазину циліндром А, а далі передаються до місця обробки циліндром В. Шток циліндра В може повернутися у вихідне положення лише після того, як втягнеться шток циліндра А. Для визначення наявності блоків у магазині встановлений кінцевий перемикач (у роботі можна використати стартову кнопку). Якщо блоків у магазині немає, новий цикл почати неможливо. Система керування повинна працювати в режимі одиничного циклу відповідно до алгоритму на рис. 4.8.

Звіт до лабораторної роботи повинен містити конструктивну та пневмоелектричну схеми пристрою та опис принципу їх роботи, висновок.

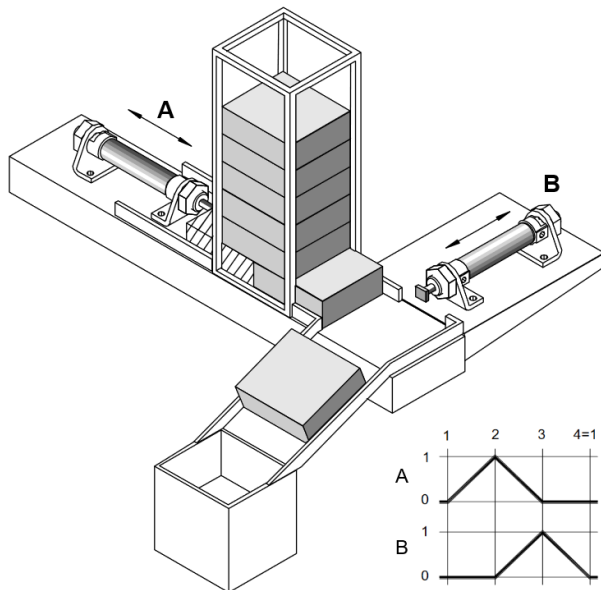


Рисунок 4.8 – Схема роботи розподільчої станції

**Мета роботи** – набуття практичних навичок у створенні пневмоелектричних схем з мікроконтролерним керуванням; ознайомлення з принципом роботи пристрою затримки часу появи сигналу.

### 5.1 Завдання:

- розробити принципові пневмо- і електричні схеми мікроконтролерного керування роботою пристрою для заповнення пляшок;
- перевірити працездатність розроблених схем у програмі FluidSim;
- зібрати розроблену схему на експериментальному стенді.

### 5.2 Постановка задачі

Пляшки транспортуються конвеєром до поворотної платформи (рис. 5.1). Коли пляшка досягає заправної станції (позиція 3), циліндр 3А має відкрити наповнювальний клапан, залишаючи його відкритим приблизно 2 секунди, а потім знову закрити. Сигнал від сенсора про наявність пляшки у позиції 3 імітувати кнопкою.

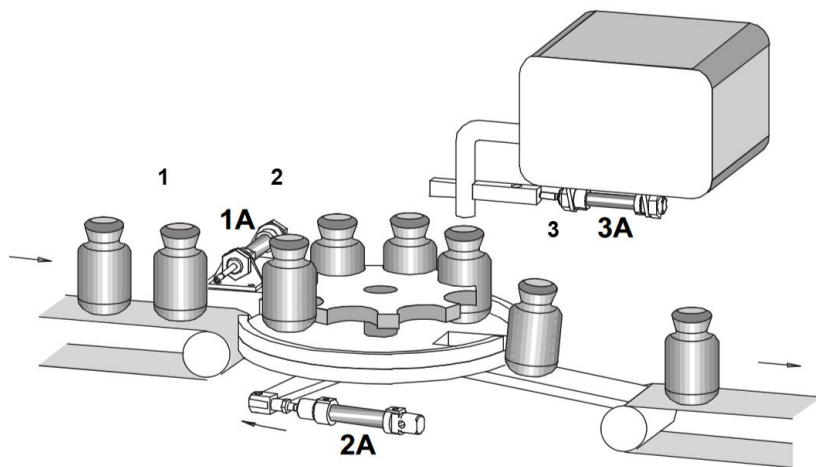


Рисунок 5.1 – Схема роботи пристрою для заповнення пляшок

### 5.3 Побудова принципової пневмосхеми

Для побудови пневмосхеми роботи пристрою для заповнення пляшок (рис. 5.2) використаємо наступні елементи:

27

Кількість	Найменування
1	пнеumoциліндр двосторонньої дії
1	блок підготовки повітря з 3/2 розподільником
1	колектор

1	5/2 розподільник з двостороннім електромагнітним керуванням
1	блок живлення
1	мікроконтролер Festo Compact
1	кнопка нормально розімкнена
2	кінцевий перемикач

Система приводиться в дію натисканням стартової кнопки S3 (імітація сигналу від датчика щодо наявності пляшки у позиції 3). Циліндр висувається, відкриваючи клапан і пляшка наповнюється до тих пір, поки затримка часу не закриє клапан (циліндр 3А не повертається у вихідне положення).

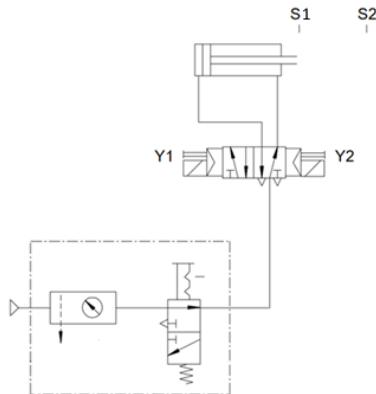


Рисунок 5.2 – Монтажна пневмосхема роботи пристрою для заповнення пляшок

#### 5.4 Перевірка працездатність розробленої схеми у програмі FluidSim

За схемою на рис. 5.2 у програмі FluidSim збираємо пневмосхему та схему мікроконтролерного керування роботою пристрою для заповнення пляшок (рис. 5.3).

На рис. 5.4 наведено налаштування елемента «Logic module», що імітує мікроконтролер, відповідно до схеми на рис. 5.3. Зі схеми видно, що сигнал від кінцевого перемикача S2 є умовою для появи сигналу керування розподільником Y2. Однак сигнал надходить на елемент RS («Latching relay») з затримкою часу (у даній роботі затримка часу становить 2 с). Реалізується така функція за допомогою елемента «On delay» (рис. 5.5), який дозволяє налаштувати тривалість затримки сигналу на ввімкнення в діапазоні від 0 до 100 с.

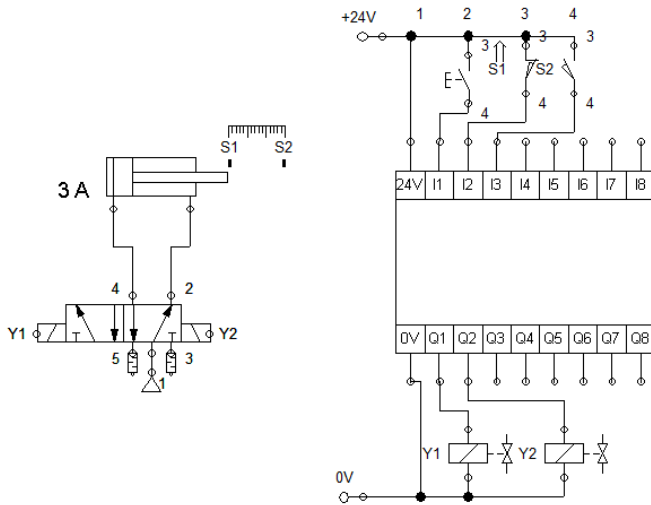


Рисунок 5.3 – Реалізація пневмосхеми та електричної схеми мікроконтрольного керування роботою пристрою для заповнення пляшок у програмі FluidSim

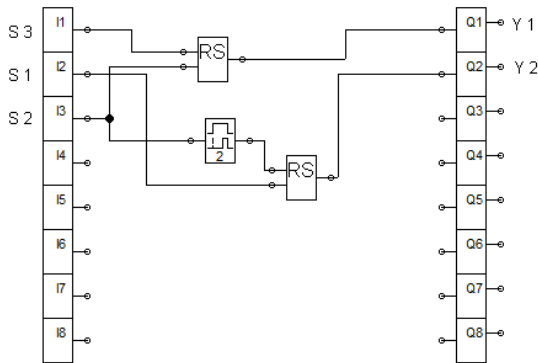


Рисунок 5.4 – Налаштування у програмі FluidSim елемента «Logic module», що імітує мікроконтролер, відповідно до схеми на рис. 5.3

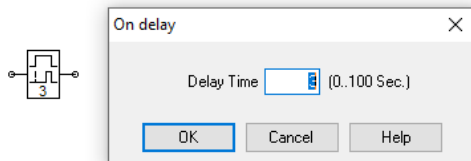
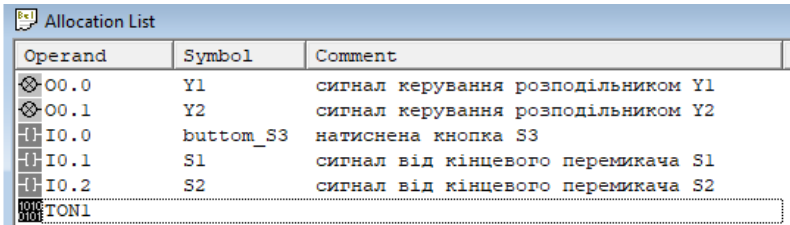


Рисунок 5.5 – Схема та вікно налаштування властивостей елемента затримки сигналу на ввімкнення «On delay» у програмі FluidSim

## 5.5 Створення програми керування робочим процесом за допомогою мікроконтролера

Для автоматизації роботи пристрою для заповнення пляшок створимо у середовищі FST програму керування на базі мікроконтролера. Створення програми починається із заповнення списку розподілу («Allocation list») (рис. 5.6).

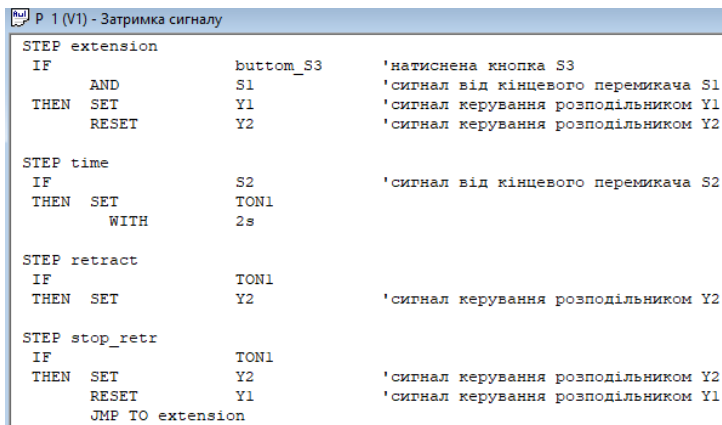


Operand	Symbol	Comment
OO.0	Y1	сигнал керування розподільником Y1
OO.1	Y2	сигнал керування розподільником Y2
IO.0	button_S3	натиснена кнопка S3
IO.1	S1	сигнал від кінцевого перемикача S1
IO.2	S2	сигнал від кінцевого перемикача S2
TON1		

Рисунок 5.6 – «Allocation list» для FST–програми керування роботою пристрою для заповнення пляшок

Наведений «Allocation list» містить три вхідних сигнали (IO.0 – натискання кнопки S3, IO.1 та IO.2 – сигнали від кінцевих перемикачів S1 та S2) та два вихідних (OO.0 – сигнал керування Y1, що подається на електромагніт розподільника викликає висування штока циліндра та OO.1 – сигнал керування Y2, що подається на електромагніт розподільника і викликає втягування штока).

FST–програма керування роботою передавального пристрою наведена на рис. 5.7 (у вигляді списку операторів) і на рис. 5.8 (у вигляді структурної схеми «Ladder Diagram»).



```
P 1 (V1) - Затримка сигналу
STEP extension
IF          button_S3      'натиснена кнопка S3
  AND      S1              'сигнал від кінцевого перемикача S1
THEN SET   Y1              'сигнал керування розподільником Y1
  RESET   Y2              'сигнал керування розподільником Y2

STEP time
IF          S2              'сигнал від кінцевого перемикача S2
THEN SET   TON1
  WITH    2s

STEP retract
IF          TON1
THEN SET   Y2              'сигнал керування розподільником Y2

STEP stop_retr
IF          TON1
THEN SET   Y2              'сигнал керування розподільником Y2
  RESET   Y1              'сигнал керування розподільником Y1
  JMP TO  extension
```

Рисунок 5.7 – FST–програма керування роботою пристрою для заповнення пляшок у вигляді списку операторів

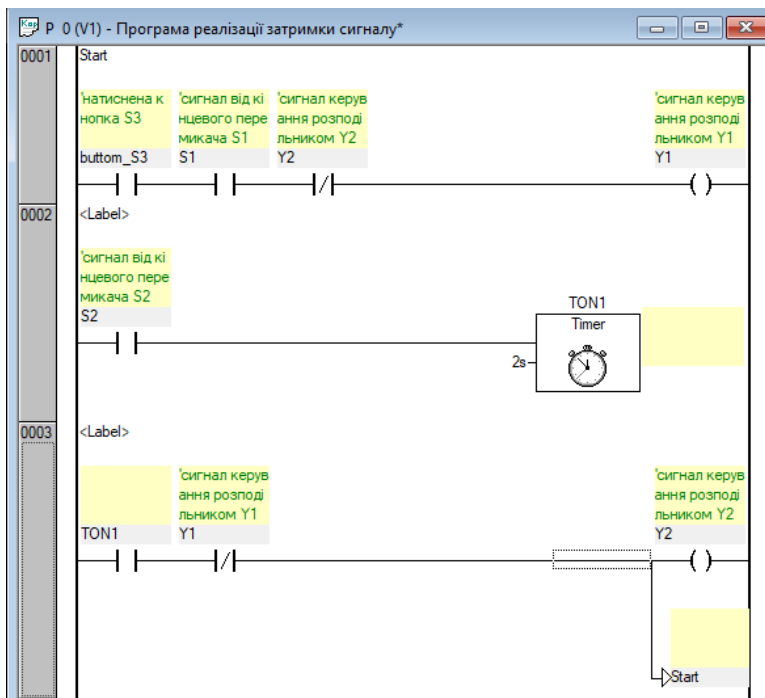


Рисунок 5.8 – FST–програма керування роботою пристрою для заповнення пляшок у вигляді структурної схеми

### Завдання для самоконтролю:

Розробити принципові пневмо- та електричну мікроконтролерного керування роботою пристрою для заповнення пляшок (рис. 5.1). При цьому час заповнення пляшки повинен відповідати варіанту за списком. Перевірити працездатність спроектованої системи у програмі FluidSim. Написати FST-програму керування роботою пристрою.

Звіт до лабораторної роботи повинен містити конструктивну та пневмоелектричну схеми пристрою та опис принципу їх роботи, висновок.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6 ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАПОВНЕННЯ

**Мета роботи** – набуття практичних навичок у створенні пневмоелектричних схем з мікроконтролерним керуванням; ознайомлення з процедурою пропуску кроків програми; схемою узгодженого зворотно-поступального руху штоків кількох виконавчих циліндрів; пристроєм затримки часу та принципом обробки сигналу від сенсору.

### 5.1 Завдання:

- розробити принципові пневмо- і електричну мікроконтролерного керування роботою пристрою для заповнення пляшок;
- перевірити працездатність розроблених схем у програмі FluidSim;
- зібрати розроблену схему на експериментальному стенді.

### 5.2 Постановка задачі

Пляшки транспортуються конвеєром до поворотної платформи (рис. 5.1). Шток циліндра 1А має втягуватися лише тоді, коли пляшка прибула на конвеєр (позиція 1) і подано сигнал СТАРТ. Робочий цикл може бути одиничним або безперервним. Далі платформа має продовжити обертання (2А+), коли буде надіслано сигнал «пляшка на поворотній платформі» (позиція 2). Коли пляшка досягне заправної станції (позиція 3), циліндр 3А має відкрити наповнювальний клапан, залишаючи його відкритим приблизно 2 секунди, а потім знову закрити (рис. 5.1).

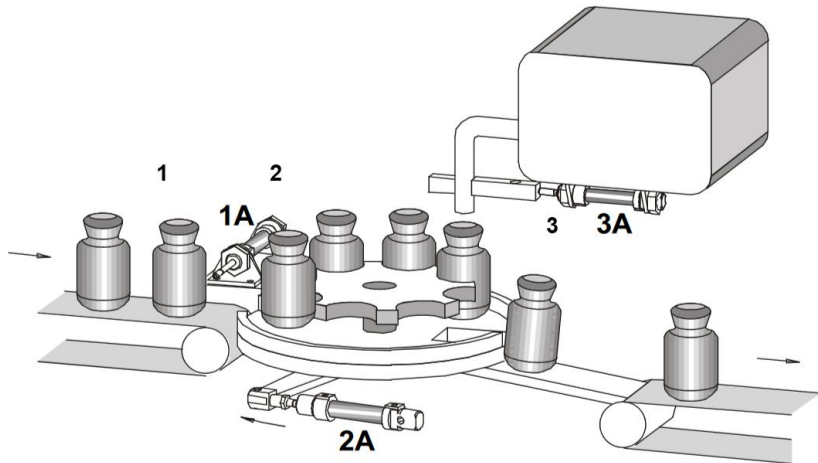


Рисунок 5.1 – Схема роботи пристрою для заповнення пляшок

Якщо заправній станції не повідомляється про наявність пляшки (позиція 3), пляшку потрібно перемістити вручну, доки пляшка не буде розташована в позиції для наповнення. Розпізнавання наявності пляшок (сигнал від сенсора) має імітуватися за допомогою кнопки.

### 5.3 Побудова принципової пневмосхеми

Для побудови пневмосхеми роботи пристрою для заповнення пляшок (рис. 5.2) використаємо наступні елементи:

Кількість	Найменування
2	пнеumoциліндр двосторонньої дії
1	пнеumoциліндр односторонньої дії
1	блок підготовки повітря з 3/2 розподільником
1	колектор
2	5/2 розподільник з одностороннім електромагнітним керуванням
1	5/2 розподільник з двостороннім електромагнітним керуванням
1	блок живлення
1	мікроконтролер Festo Compact
2	магнітний датчик положення з установкою на циліндрі
1	кнопка нормально розімкнена
4	кінцевий перемикач

Система приводиться в дію натисканням стартової кнопки S3, що імітує сигнал від датчика щодо розташування пляшки на конвеєрній стрічці у позиції 1. При цьому на виході мікроконтролера O0.0 з'являється сигнал 1Y, циліндр 1A втягується, і пляшки рухаються конвеєрною стрічкою до поворотної платформи.

Коли циліндр 1A досягає крайньої втягнутої позиції, сигнал від натисненого кінцевого перемикача S1 провокує появу на виході мікроконтролера O0.1 вихідного сигналу 2Y, що призводить до висування штока циліндр 2A і обертання поворотної платформи на кут, що відповідає одній позиції. Після того, як пляшка досягла наповнювальної станції (імітується натисканням кнопки S4), вона наповнюється (циліндр 3A висувається) до тих пір, поки не з'явиться сигнал на закриття контейнера (втягування циліндра 3A). Час наповнення регулюється за допомогою таймера затримки появи сигналу («On delay»).

Якщо в позиції 3 (заправна станція) надходить сигнал про відсутність пляшки, крок з висуванням циліндра 3A пропускається.

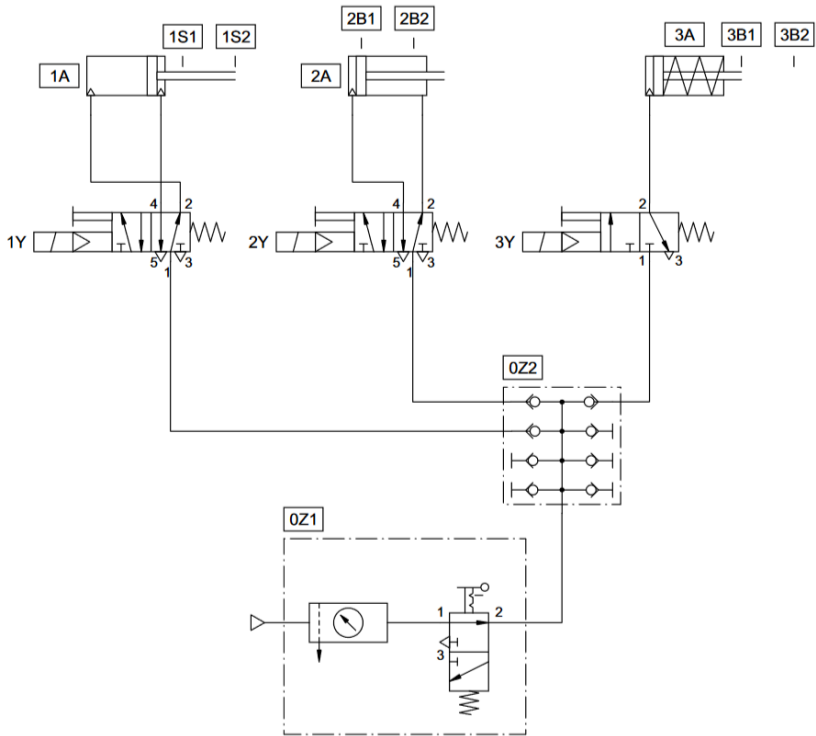


Рисунок 5.2 – Монтажна пневмосхема роботи пристрою для заповнення пляшок

#### 5.4 Перевірка працездатності розроблених схем у програмі FluidSim

За схемою на рис. 5.2 у програмі FluidSim збираємо пневмосхему та схему мікроконтролерного керування роботою пристрою для заповнення пляшок (рис. 5.3).

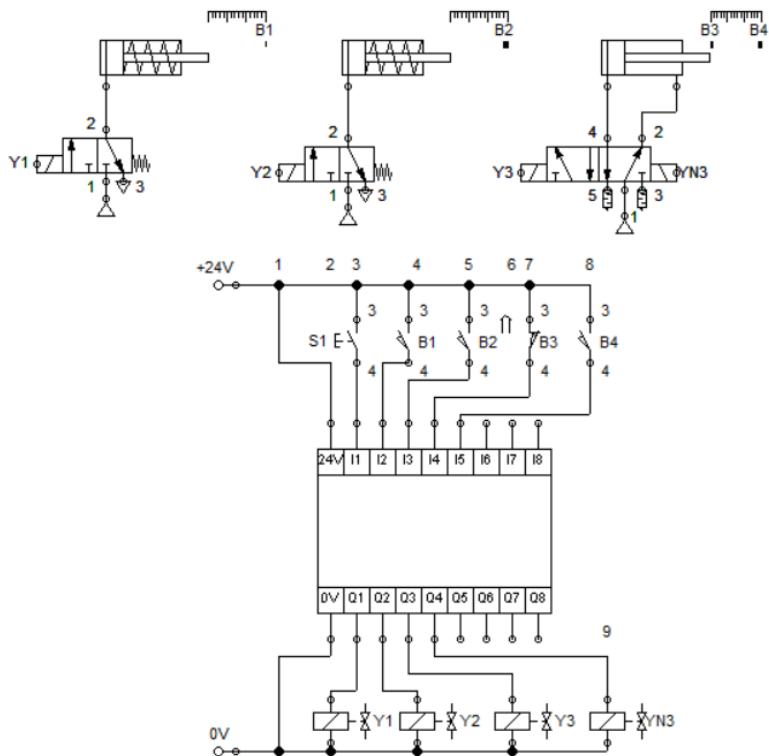


Рисунок 5.3 – Реалізація пневмосхеми та електричної схеми мікроконтрольного керування роботою пристрою для заповнення пляшок у програмі FluidSim

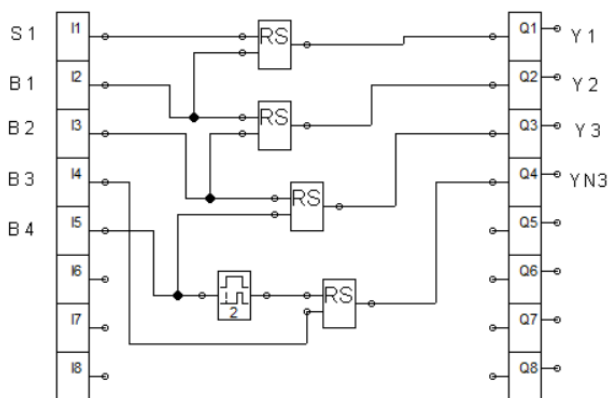
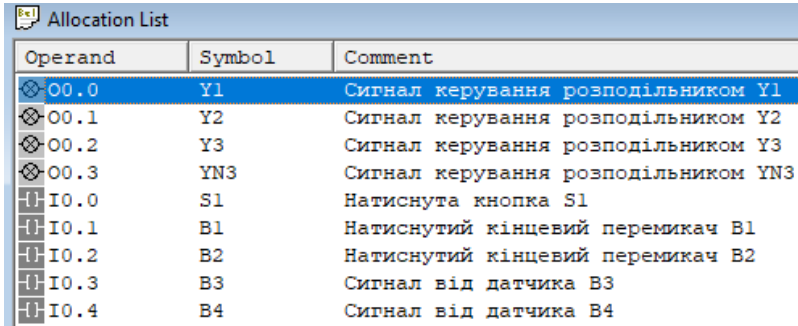


Рисунок 5.4 – Налаштування у програмі FluidSim елемента «Logic module», що імітує мікроконтролер, відповідно до схеми на рис. 5.3

## 5.5 Створення програми керування робочим процесом за допомогою мікроконтролера

Для автоматизації роботи пристрою для заповнення пляшок створимо у середовищі FST програму керування на базі мікроконтролера. Створення програми починається із заповнення списку розподілу («Allocation list»).



Operand	Symbol	Comment
O0.0	Y1	Сигнал керування розподільником Y1
O0.1	Y2	Сигнал керування розподільником Y2
O0.2	Y3	Сигнал керування розподільником Y3
O0.3	YN3	Сигнал керування розподільником YN3
I0.0	S1	Натиснута кнопка S1
I0.1	B1	Натиснутий кінцевий перемикач B1
I0.2	B2	Натиснутий кінцевий перемикач B2
I0.3	B3	Сигнал від датчика B3
I0.4	B4	Сигнал від датчика B4

Рисунок 5.5 – «Allocation list» для FST–програми керування роботою пристрою для заповнення пляшок

Наведений Allocation list містить п'ять вхідних сигналів (I0.0 натискання кнопки S3; I0.1 ÷ I0.4 – сигнали від магнітних датчиків, розташованих на циліндрі та кінцевих перемикачів, що використовуються для контролю положення штоків циліндрів) та чотири вихідних (O0.0 ÷ O0.2 – сигнали керування Y1 ÷ Y3, що подаються на електромагніти розподільників і викликають висування штоків циліндрів та O0.3 – сигнал керування YN1, що подається на електромагніт розподільника і викликає втягування штока циліндра 1A).

FST-програма керування роботою передавального пристрою наведена на рис. 5.6.

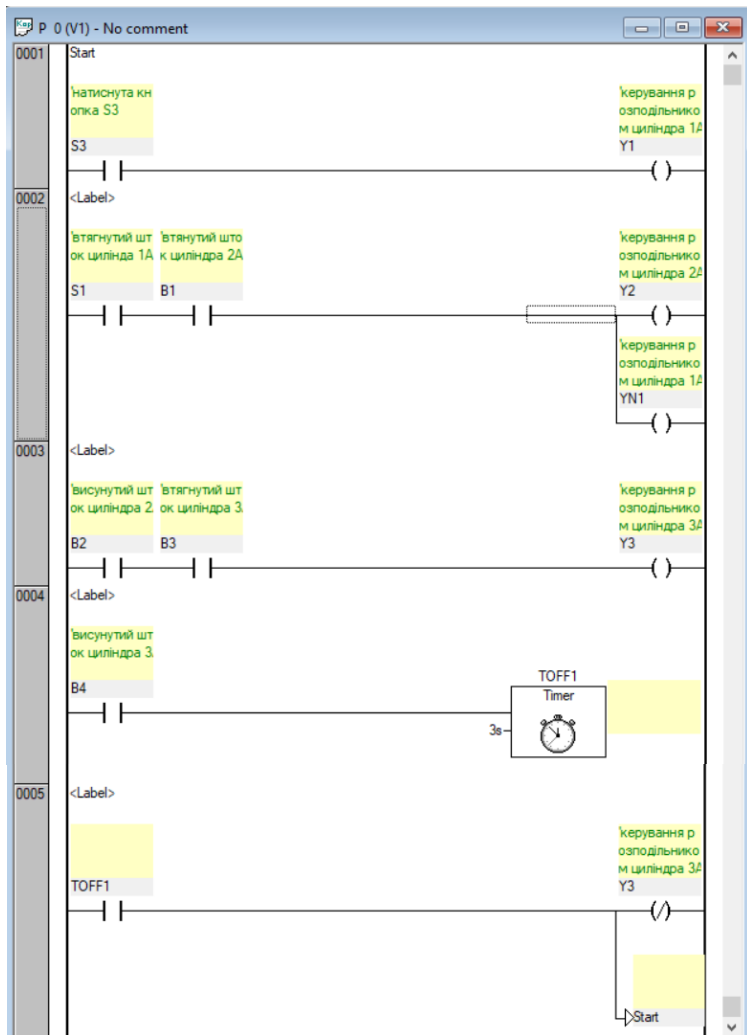


Рисунок 5.6 – FST–програма керування роботою передавального пристрою у вигляді структурної схеми

### Завдання для самоконтролю:

Розробити принципи пневмо- та електросхему мікроконтролерного керування роботою пристрою для заповнення пляшок (рис. 5.1). Перевірити працездатність спроектованої системи у

програмі FluidSim. Написати FST-програму керування роботою пристрою за наступних умов:

- Контроль положення штока циліндрів односторонньої дії 1А та 2А повинен здійснюватися за допомогою кінцевих перемикачів, циліндра 3А – магнітних датчиків, розташованих на циліндрі.

- Час заповнення пляшки повинен відповідати варіанту за списком.

Перевірити працездатність спроектованої системи у програмі FluidSim. Написати FST-програму керування роботою пристрою.

Звіт до лабораторної роботи повинен містити конструктивну та пневмоелектричну схеми пристрою та опис принципу їх роботи, висновок.

1. Проектування та випробування пневматичних керуючих систем. Методичні вказівки до виконання лабораторних та практичних робіт з навчальних дисциплін «Сучасні елементи гідропневмосистем», «Основи теорії пневмоприводу», «Пневматичне і вакуумне обладнання гідропневмосистем» для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю «Прикладна механіка» / уклад.: Г. А. Крутіков, М. Г. Стрижак, П. Я. Ніконов; Харків: НТУ "ХПІ", 2024. – 69 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/73821>.

2. Проектування та випробування електропневматичних керуючих систем. Методичні вказівки до виконання лабораторних та практичних робіт з навчальної дисципліни «Електрогідрравлічні й електропневматичні перетворювачі гідро пневмосистем» для студентів ден. та заочн. форми навчання за спеціальністю «Прикладна механіка» / уклад.: В. В. Клітної, М. Г. Стрижак, П. Я. Ніконов; Харків: НТУ "ХПІ", 2024. – 64 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/79772>.

3. Festo. Air Box Type GHDA-FQ-M-FDMJ-A—Operating Instructions; Festo: Esslingen, Germany, 2006.

4. Management training course – PNEUMATICS – TP101. P. Crosser, F. Ebel. Festo. 2006. Kyiv.

5. Management training course – PNEUMATICS – TP201. P. Crosser, F. Ebel. Festo. 2006. Kyiv.

6. ISO 1219-1:2014 – Graphic symbols and principal schemes. National standard of Ukraine. 2017. Kyiv.

Вступ . . . . .	3
Лабораторна робота 1. Пристрій переміщення . . . . .	4
Лабораторна робота 2. Гравітаційний магазин . . . . .	10
Лабораторна робота 3. Пристрій подачі стрічки з листового металу . . . . .	15
Лабораторна робота 4. Передавальний пристрій . . . . .	21
Лабораторна робота 5. Робота заправної станції . . . . .	27
Лабораторна робота 6. Пристрій для заповнення . . . . .	32
Список літератури . . . . .	39
Зміст . . . . .	40

лабораторних робіт з навчальної дисципліни  
«Програмування автоматизованих технічних комплексів»  
для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю  
«Прикладна механіка», освітня програма «Моделювання технічних  
систем»

Укладачі:

КЛІТНОЙ Володимир Вікторович  
СТРИЖАК Мар'яна Георгіївна

Відповідальний за випуск  
Роботу до видання рекомендував

проф. Заковортний О. Ю.  
доц. Шевцов В. М.

В авторській редакції

План 2025 р., поз. 654

Підп. до друку 2025 р. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 2.

---

Видавничий центр НТУ «ХП»,  
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

---

Електронна версія