### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

# МЕХАТРОНИКА И ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»

> Витебск 2024

#### Составители:

#### А.А. Белов, Д.А. Тёмкин

#### Одобрено кафедрой «Автоматизация производственных процессов» УО «ВГТУ», протокол № 5 от 21.12.2023.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 4 от 27.12.2023.

Мехатроника и основы программирования: методические указания по выполнению лабораторных работ / УО «ВГТУ» ; сост. : А. А. Белов, Д. А. Темкин – Витебск : УО «ВГТУ», 2024. – 25 с.

Методические указания являются руководством по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Мехатроника и основы программирования», освещают теоретические вопросы подготовки к их выполнению, приводят примеры построения автоматизированных систем управления технологическим процессом на основе использования программируемого логического контроллера, программного обеспечения и средств автоматизации.

Предназначены для студентов дневной формы обучения специальности 1-36-07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий».

Издание в электронном виде расположено в репозитории библиотеки УО «ВГТУ».

УДК 681.5

© УО «ВГТУ», 2024

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 ТИПЫ ПРОГРАММИРУЕМЫХ	
ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ. ЗНАКОМСТВО СО СТАН-	
ДАРТОМ IEC 61131-3. ЦИКЛ ПЛК	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 ЗНАКОМСТВО С ОСНОВАМИ	
ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПЛК В ПРОГРАММЕ FX TRAINER	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА З ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ТРИГГЕРОВ	
ПАМЯТИ SET/RST	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4 ПРИМЕНЕНИЕ ТРИГГЕРОВ ПЕ-	
РЕДНЕГО И ЗАДНЕГО ФРОНТА	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5 ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФУНК-	
ЦИЙ ТАЙМЕРА	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6 УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕ-	
СКИМ ПРОЦЕССОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЧЕТЧИКОВ	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7 СОРТИРОВКА ДЕТАЛЕЙ ПО	
РАЗМЕРУ	20
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8 УПРАВЛЕНИЕ КОНВЕЙЕРНОЙ	
ЛИНИЕЙ	22
ЛИТЕРАТУРА	24

### **ВВЕДЕНИЕ**

Основная цель лабораторных работ – это развитие инженерных навыков по разработке систем автоматизации производственных процессов на основе современных технических средств контроля, управления на основе блочно-модульной автоматики и по созданию прикладного программного обеспечения на основе промышленных языков программирования стандарта МЭК 61131-3.

Разработка программного обеспечения имеет большое значение, так как является одной из важных составляющих в этапах разработки систем управления и формирования комплексных знаний инженера.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 ТИПЫ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ. ЗНАКОМСТВО СО СТАНДАРТОМ IEC 61131-3. ЦИКЛ ПЛК

**Цель работы:** ознакомиться с линейкой программируемых логических контроллеров фирмы «OBEH». Рассмотреть ряд языков стандарта IEC 61131-3. Знакомство с циклом ПЛК: особенности, принцип действия, типичные ошибки.

#### Теоретическая часть

Типы ПЛК. Для классификации огромного разнообразия существующих в настоящее время контроллеров рассмотрим их существенные различия. Основным показателем ПЛК является количество каналов ввода-вывода. По этому признаку ПЛК делятся на следующие группы: нано-ПЛК (менее 16 каналов), микро-ПЛК (более 16, до 100 каналов), средние (более 100, до 500 каналов), большие (более 500 каналов).

По расположению модулей ввода-вывода ПЛК бывают: моноблочные, модульные, распределенные.

По конструктивному исполнению и способу крепления контроллеры делятся на: панельные (для монтажа на панель или дверцу шкафа) для монтажа на DIN-рейку внутри шкафа; для крепления на стене, стоечные, бескорпусные.

По области применения контроллеры делятся на следующие типы: универсальные общепромышленные, для управления роботами, для управления позиционированием и перемещением, коммуникационные, ПИД-контроллеры, специализированные.

По способу программирования контроллеры бывают: программируемые с лицевой панели контроллера, программируемые переносным программатором, программируемые с помощью дисплея, мыши и клавиатуры, программируемые с помощью персонального компьютера.

Стандарт IEC 61131-3 (МЭК 61131-3). IEC 61131-3 – раздел международного стандарта IEC 61131, описывающий языки программирования для программируемых логических контроллеров. IEC 61131-3 – первый независимый от производителя стандартизированный язык программирования для промышленной автоматизации. Стандарт МЭК 61131-3 устанавливает пять языков программирования: три графических и два текстовых стандарта для языков программирования ПЛК. К графическим языкам программирования относятся: релейно-контактные схемы (LD), функциональные блоковые диаграммы (FBD), последовательные функциональные диаграммы (SFC). К текстовым языкам программирования относятся: лист инструкций (IL) и структурированный текст (ST). Цикл ПЛК. Все ПЛК работают по методу периодического опроса входных данных (сканирования). ПЛК опрашивает входы, выполняет пользовательскую программу и устанавливает необходимые значения выходов (рис. 1.1).

Рабочий цикл ПЛК состоит из нескольких фаз:

- 1) Начало цикла.
- 2) Чтение состояния входов.
- 3) Выполнение кода программы пользователя.
- 4) Запись состояния выходов.
- 5) Обслуживание аппаратных ресурсов ПЛК.
- 6) Монитор системы исполнения.
- 7) Контроль времени цикла.
- 8) Переход на начало цикла.



Рисунок 1.1 – Цикл ПЛК

### Практическая часть

Ход работы. Ознакомление. В данной лабораторной работе необходимо следующее:

1) ознакомиться и рассмотреть основные типы ПЛК, критерии, по которым эти ПЛК разделяются;

- 2) привести примеры типов ПЛК в зависимости от их типа;
- 3) ознакомится со стандартом МЭК 61131-3;
- 4) рассмотреть графические и текстовые языки программирования ПЛК;
- 5) ознакомится с циклом ПЛК;
- 6) рассмотреть фазы, из которых состоит рабочий цикл ПЛК.

### Требования к содержанию отчёта:

- 1) Название лабораторной работы.
- 2) Цель работы.
- 3) Описание типов ПЛК.
- 4) Примеры ПЛК в зависимости от их типа.
- 5) Стандарт МЭК 61131-3. Примеры языков данного стандарта.
- 6) Цикл ПЛК: описание, схема, последовательность.
- 7) Вывод.

#### Контрольные вопросы:

- 1) На какие типы подразделяются ПЛК?
- 2) По каким критериям ПЛК подразделяются на данные типы?
- 3) Что такое стандарт МЭК 61131-3?
- 4) На каких языках можно программировать ПЛК, исходя из стандарта?
- 5) Что такое цикл ПЛК?
- 6) Основные характеристики цикла ПЛК?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 ЗНАКОМСТВО С ОСНОВАМИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПЛК В ПРОГРАММЕ FXTRAINER

Цель работы: ознакомиться со средой программирования FX Trainer, ознакомиться и изучить типы данных переменных.

#### Теоретическая часть

#### Знакомство со средой программирования FX Trainer

FX trainer mitsubishi – это программный инструмент, разработанный компанией Mitsubishi Electric для симуляции и анализа программ ПЛК (программируемых логических контроллеров). Он позволяет пользователям тестировать и отлаживать свои программы ПЛК в виртуальной среде перед их реализацией на реальных машинах или оборудовании.

LD (Ladder Diagram) – графический язык, основанный на принципах релейно-контактных схем (элементами релейно-контактной логики являются: контакты, обмотки реле, вертикальные и горизонтальные перемычки и др.) с возможностью использования большого количества различных функциональных блоков. Достоинствами языка LD являются: представление программы в виде электрического потока (близко специалистам по электротехнике), наличие простых правил, использование только булевых выражений.

Типы контактов. Контактом является LD-элемент, который передаёт состояние горизонтальной связи левой стороны горизонтальной связи на правой стороне. Это состояние – результат булевой AND-операции состояния горизонтальной связи с левой стороны с состоянием ассоциированной переменной или прямого адреса. Контакт не изменяет значения связанной переменой или прямого адреса.

-||- нормально разомкнутый контакт разомкнут при значении ложь (False), назначенной ему переменной и замыкается при значении истина (True);

-|/|- нормально замкнутый контакт, напротив, замкнут, если переменная имеет значение False, и разомкнут, если переменная имеет значение True;

-()- итог логической цепочки копируется в целевую переменную, которая называется катушка (англ. coil). Это слово имеет обобщенный образ исполнительного устройства, поэтому в русскоязычной документации обычно говорят о выходе цепочки, хотя можно встретить и частные значения термина, например катушка реле

**Горячие клавиши.** Горячие клавиши предназначены для замены некоторых функций, что упрощает работу с проектом. Ниже представлен список горячих клавиш:

- *F5* – объявление нормально-разомкнутого контакта;

- *Shift*+*F5* – объявление нормально-замкнутого контакта;

- *Shift* + *F5* – объявление локальной переменной;

- *F***4** – конвертация;

- *F7* – объявление катушки;

- **F9** – горизонтальная линия связи;

-Shift +F9 – вертикальная линия связи.

В главном меню (рис. 2.1), есть возможность ознакомиться со схемой упражнения, структурной схемой упражнения, структурой главного меню, структурой экрана обучения и системными требованиями, и замечаниями.



Рисунок 2.1 – Главное меню FX Trainer

Для создания программы необходимо:

- 1. Нажать кнопку «Редактировать».
- 2. Далее разместить курсор (рис. 2.2).
- 3. Выбрать необходимый контакт нажатием одной из горячих клавиш.
- 4. В появившимся диалоговом окне ввести название вашего контакта.
- 5. Для объявления катушки нажимаем F7 и вводим его название.
- 6. Для конвертации программы нажимаем F4.
- 7. Нажмите «Запись в PLC».

8. Программа готова к использованию.



Рисунок 2.2 – Размещение курсора для триггера SET/RST

### Практическая часть

Для написания листинга использовать задание А-3.

Ход работы. Реализация изменения состояния объекта управления при помощи органов управления.

Управление происходит через «Панель управления» (рис. 2.3) с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.



Рисунок 2.3 – Панель управления задания А-3

Кнопка PB1 (вход X20 контроллера) на «Панели управления» задает для робота с выхода Y0 управляющий сигнал подачи детали на конвейер.

Тумблер SW1 (вход X24 контроллера) управляет пуском-остановом конвейера (выход Y1) в положениях ON/OFF соответственно. Датчик (вход X0) фиксирует прохождение детали и останавливает конвейер, чтобы деталь не упала на пол. Кнопка PB2 (вход X21 контроллера) задает управляющий сигнал с выхода Y2 контроллера «Столкнуть деталь в поддон» для толкателя.

### Требования к содержанию отчёта:

- 1) Название лабораторной работы.
- 2) Цель работы.
- 3) Знакомство со средой программирования FX Trainer.
- 4) Типы данных переменных. Горячие клавиши.
- 5) Реализовать методику создания проекта в программе FX Trainer.
- 6) Вывод.

#### Контрольные вопросы:

- 1) Что такое FX Trainer?
- 2) Какие контакты существуют?
- 3) Какие горячие клавиши существуют в FX Trainer?
- 4) Что такое LD (Ladder Diagram)?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ТРИГГЕРОВ ПАМЯТИ SET/RST

Цель работы: ознакомится и изучить правила использования триггеров памяти SET/RST.

#### Теоретическая часть

**Триггеры памяти.** Триггеры памяти используются для уставки или сброса значения выходной переменной с последующим запоминанием состояния переменной. По принципу работы триггеры памяти подразделяются на: триггер памяти с приоритетом на уставку значения (SR-триггер) и триггер памяти с приоритетом на сброс значения (RS-триггер). В своей структуре триггеры памяти имеют два входа: первый вход (SET) выполняет присвоение выходу логической единице (уставка значения), второй (RESET) – присвоение выходу логического нуля (сброс значения) и один выход (Q). Входы и выход данных элементов имеют тип данных такой как BOOL.

Параметр триггера SET является функцией запоминания. Для ее применения нажимаем «Редактировать». Нажмите «Проект» – «Новый». Поместите курсор с левой стороны, как показано на рисунке 3.1



Рисунок 3.1 – Размещение курсора для триггера SET/RST

Нажмите кнопку F5 и введите X20 и нажмите OK. Нажмите F8 и в диалоговом окне введите SET Y0 и нажмите OK.

Затем на второй строке реализуйте параметр RST, функция сброса запоминания. Нажмите кнопку F5 и введите X21 и нажмите OK. Нажмите F8 и в диалоговом окне введите RST Y0 и нажмите OK.



Рисунок 3.2 – Реализация функции SET/RST

Для запуска программы нажмите F4 (конвертация) и нажмите запись в PLC. При единовременном нажатии на кнопку X20 горит «Функционирование» до того момента пока не нажата кнопка X21.

😿 SW0D5C-FXTRN-BEG-EU	– 🗆 X
Файл Правка Имитация Инструменты Помощь	
	Кирование (Stop) Y1 Y2
Проект Правка Конвертировать Вид OnLine Инструменты	Панель управления
[END ]	Световое табло
Image: Construction of the second	О то о то         Операционные переключатели           О то о то         Операционные переключатели           О то о то         Переключатели

### Практическая часть

Рисунок 3.3 – Панель управления В-2

Для написания листинга использовать задание В-2 (рис. 3.3).

Ход работы. Реализация изменения состояния объекта управления при помощи органов управления.

Разработать листинг в соответствии с заданием:

1.При нажатии на PB1 (X20), загорается лампа «Функционирование» (Y0).

2. Когда кнопка PB1 (X20) на панели управления отпущена, лампа продолжает гореть. Состояние выхода лампы «Функционирование» (Y0) удерживается инструкцией SET.

3.Когда на панели управления нажата кнопка PB2 (X21), лампа «Функционирование» (Y0) гаснет.

### Требования к содержанию отчёта:

- 1) Название лабораторной работы.
- 2) Цель работы.
- 3) Разновидности триггеров памяти.
- 4) Листинг программы.
- 5) Вывод.

### Контрольные вопросы:

- 1) Что такое триггер памяти?
- 2) Как создать триггер памяти в FX Trainer?
- 3) Какую функцию выполняет SET?
- 4) Какую функцию выполняет RST?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4 ПРИМЕНЕНИЕ ТРИГГЕРОВ ПЕРЕДНЕГО И ЗАДНЕГО ФРОНТА

Цель работы: ознакомиться с детекторами заднего и переднего фронта.

### Теоретическая часть

Детекторы фронтов. Детекторы фронтов – элементы, которые способствуют уловить начало или окончание процесса. В своей структуре детекторы фронта имеют один вход и один выход, которые работают только с одним типом данных – BOOL. Более подробно рассмотрим каждый элемент.

*Детектор переднего фронта.* Детектор переднего фронта – это триггер, который улавливает передний фронт входного сигнала (начальный момент работы) и выдаёт единичный импульс на выходе.

*Детектор заднего фронта.* Детектор заднего фронта – это триггер, который улавливает задний фронт входного сигнала (момент окончания работы) и выдаёт единичный импульс на выходе.

> ×003 (Y000 >

Рисунок 4.1 – Внешний вид и принцип работы R-триггера



Рисунок 4.2 – Внешний вид и принцип работы F-триггера

#### Практическая часть

Для написания листинга использовать задание C-2.

Ход работы. Реализация изменения состояния объекта управления при помощи органов управления.

Разработать листинг в соответствии с заданием:

1) При нажатии на PB1 (X20) автоматическая подача деталей (на конвейере не может находиться более одной детали).

2) После подачи детали мигает желтый сигнал светофора с частотой 1 Гц и работает устройство звуковой сигнализации.

3) После подачи детали включается конвейер и загорается светофор зеленого цвета и тухнет желтый сигнал.

4) Когда деталь пройдет через датчик Х3, сработает красный сигнал светофора и потухнет зеленый.

5) При нажатии на PB1 (X20) повторно, тухнет красный сигнал светофора, и цикл начинает работать со 2 пункта.



Рисунок 4.3 – Панель управления С-2

# Требования к содержанию отчёта:

- 1) Название лабораторной работы.
- 2) Цель работы.
- 3) Описание детектора переднего и заднего фронта.
- 4) Листинг программы.
- 5) Вывод.

### Контрольные вопросы:

- 1) Принцип работы триггера переднего фронта.
- 2) Принцип работы триггера заднего фронта.
- 3) Что на выходе у детектора заднего/переднего фронта?

4) Напишите горячую клавишу для вызова детектора заднего/переднего фронта.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5 ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ ТАЙМЕРА

**Цель работы:** изучить основные функции таймеров и методы их реализации в программе FX Trainer.

### Теоретическая часть

Таймеры. Таймер – устройство, предназначенное для отсчёта заданного времени. В среде CoDeSys существует три вида таймера: таймер с задержкой

включения, таймер с задержкой выключения, генератор единичного импульса (рис. 5.1). По своей структуре таймер включает в себя два входа и два выхода. Первый вход таймера (IN) имеет тип данных BOOL и предназначен для запуска таймера, второй вход (PT) имеет тип данных TIME и предназначен для уставки времени работы таймера. Первый выход таймера (Q) имеет тип данных BOOL и является результирующим элементом отработки таймера, второй выход (ET) имеет тип данных ТIME и служит для отображения работы таймера в реальном времени (сколько отработал таймер в данный момент).



Рисунок 5.1 – Таймеры: с задержкой включения (TON), с задержкой выключения (TOF) и генератор одиночного импульса (TP)

Таймер с задержкой включения. Таймер с задержкой включения (TON) служит для задержки сигнала на выходе относительно входа на заданное значение (время). Работает таймер по переднему фронту входного сигнала. Схема работы таймера представлена на рисунке 5.2. Принцип работы следующий: при подаче сигнала на вход запускается таймер. Как только таймер отсчитал положенное время (вход PT), на выходе таймера получаем логическую единицу. После снятия сигнала со входа, сигнал на выходе также пропадает. Если убрать сигнал до того, как таймер досчитал до конца, то таймер обнулиться, состояние выхода будет неизменным (логический ноль).



Рисунок 5.2 – Схема работы таймера TON

Таймер с задержкой выключения. Таймер с задержкой выключения (TOF) служит для поддержания сигнала на выходе после отключения сигнала на входе на заданное значение (время). Работает таймер по заднему фронту входного сигнала. Принцип работы следующий: при подаче сигнала на вход мы получаем сигнал на выходе (логическую единицу). Как только мы убираем сигнал с входа, запускается работа таймер. Как только таймер отсчитал положен-

ное время (вход PT), на выходе таймера получаем логический ноль. Тем самым этот таймер «продлевает жизнь» выходному сигналу. Если убрать сигнал на входе, а затем снова подать его до того, как таймер досчитал до конца, то таймер обнулиться, состояние выхода будет неизменным (логическая единица).

Пример применения таймера с задержкой по включению: Пусть насос (выход (Y1)) включится через три секунды после включения входа (X1). Схема работы контроллера показана на рисунке.



Рисунок 5.3 – Схема и временная диаграмма программирования таймера с задержкой по включению



### Практическая часть

Рисунок 5.4 – Панель управления С-2

Для написания листинга использовать задание С-2 (рис. 5.4).

Ход работы. Реализация изменения состояния объекта управления при помощи органов управления.

Разработать листинг в соответствии с заданием:

1) При нажатии на PB1 (X20) загорается желтый сигнал светофора с частотой мерцания 1 Гц в течение 5 секунд.

2) После работы желтого сигнала светофора начинают открываться двери, и горит зеленый сигнал светофора.

3) В течение 5 секунд двери остаются открытыми.

4) Затем загорается желтый сигнал светофора с частотой мерцания 2 Гц и тухнет после закрытия.

5) После закрытия двери горит красный сигнал светофора.

При повторном нажатии на PB1 (X20) цикл будет повторен с первого пункта.

### Требования к содержанию отчёта.

- 1) Название лабораторной работы.
- 2) Цель работы.
- 3) Виды таймеров.
- 4) Листинг программы.
- 5) Вывод.

### Контрольные вопросы:

- 1) Напишите тип переменной входной и выходной таймера.
- 2) Напишите схему работы таймера с задержкой включения.
- 3) Напишите горячую клавишу для использования таймера.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6 УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЧЕТЧИКОВ

Цель работы: ознакомиться с методами управления на основе счетчиков и изучить их разновидности.

### Теоретическая часть

Счётчики. Счётчик – устройство для подсчёта импульсов, поступающих на его вход. Различают три вида счётчиков: инкрементный (СТU), декрементный (СТD) и универсальный(СТUD). Рассмотрим каждый из счётчиков.

*Инкрементный счётчик.* Инкрементный счётчик (CTU) – это счётчик, который ведёт счёт на увеличение. Данный счётчик имеет 3 входа и два выхода (рис. 6.1). Принцип работы следующий: при подаче сигнала на вход CU счётчик

считает этот импульс и запоминает его (CV = 1). С последующей подачей импульсов на вход счётчика, выход CV меняет свое значение на единицу больше (+1). При достижении счётчиком уставки (PV), выход счётчика (Q) даёт логическую единицу и сохраняет сигнал. При подаче сигнала на вход RESET счётчик обнуляется (CV = 0, Q = FALSE). Примечание: счетчик работает только до достижения максимального значения используемого типа данных (WORD). Переполнения не происходит.



Рисунок 6.1 – Инкрементный счётчик СТИ

Декрементный счётчик. Декрементный счётчик (CTD) – это счётчик, который ведёт счёт на уменьшение. Данный счётчик имеет 3 входа и два выхода (рис. 6.2). Принцип работы следующий: необходимо загрузить в счётчик данные (уставку) счётчику, при подаче сигнала на вход CD счётчик считает этот импульс и отнимает от загруженного значения. С последующей подачей импульсов на вход счётчика, выход CV меняет свое значение на единицу меньше (-1). При достижении счётчиком нуля (CV = 0), выход счётчика (Q) даёт логическую единицу. *Примечание*: в счетчик в параметр уставки нельзя загрузить значение, которое превышает максимальное значение используемого типа данных (WORD).



Рисунок 6.2 – Декрементный счётчик CTD

*Универсальный счётчик.* Универсальный счётчик – это счётчик, который работает как на увеличение, так и на уменьшение счёта. В своей структуре, счётчик имеет элементы как инкрементного, так и декрементного счётчиков (рис. 6.3). Принцип работы аналогичен двум вышеупомянутым счётчикам.



Рисунок 6.3– Универсальный счётчик

Пример использования счетчика:

Пусть насос (выход (Y1)) включится только после того, как мы три раза включим-выключим вход (X2) (рис. 6.4):

•то есть при включении входа (X1) – счетчик (C1) установится в значение «0»;
•первое нажатие на вход (X2) – счетчик (C1) сравнит «1» = K3 («3») – если нет, то запомнит «1»;

••второе нажатие на вход (X2) – счетчик (C1) прибавит «1», сравнит «2» = K3(«3») – если нет, то запомнит «2»;

■•третье нажатие на вход (X2) – счетчик (C1) прибавит «1» сравнит «3» = K3(«3») – если да, то сменит состояние C1 с «0» на «1» и насос заработает;

•повторное включение входа (X1) – счетчик (C1) установится в значение «0» и цикл начнется с начала.



Рисунок 6.4 – Схема и диаграмма работы счетчика

#### Практическая часть

Для написания листинга использовать задание С-4 (рис. 6.5).

Ход работы. Реализация изменения состояния объекта управления при помощи органов управления.

Разработать листинг в соответствии с заданием.

1) При переключении тумблера X2 загорается «Индикатор счета» в течение 5 секунд.

2) При работе «Индикатор счета» переключением тумблера X3 задается значение подаваемых деталей.

3) После затухания «Индикатор счета» включается желтый сигнал светофора, подается деталь на конвейер.

4) Тухнет желтый сигнал светофора, загорается зеленая лампа, пока деталь движется к датчику Х0.

5) Цикл повторяется до заданного количества деталей.



Рисунок 6.5 – Панель управления С-4

## Требования к содержанию отчёта:

- 1) Название лабораторной работы.
- 2) Цель работы.

3) Инкрементный счетчик. Декрементный счетчик. Универсальный счетчик.

- 4) Листинг программы.
- 5) Вывод.

### Контрольные вопросы:

- 1) Напишите синтаксис применения счетчика в FX Trainer.
- 2) Напишите назначение и виды счетчиков.
- 3) В чем отличие инкрементного счетчика от других?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7 СОРТИРОВКА ДЕТАЛЕЙ ПО РАЗМЕРУ

Цель работы: создание программного кода управления конвейерной линией, используя ранее изученные инструкции.

### Практическая часть



Рисунок 7.1 – Панель управления Е-2

Для написания листинга использовать задание Е-2 (рис. 7.1).

Ход работы. Реализация изменения состояния объекта управления при помощи органов управления.

При переключении тумблера X24 в активное состояние и нажатие на PB1 (X20) включается «Автоматический режим».

Автоматический режим – подача одной детали и сортировка: большая и маленькая коробка едут к датчику X5, а средняя коробка сортируется к датчику X4. После прохождения одной коробки подается следующая до тех пор, пока работает тумблер X24.

При выключенном X24 работает «Ручной режим».

Ручной режим:

нажатие на PB1 (X20) – подается деталь;

Х25 – включает конвейер, пока остается в активном состоянии;

РВЗ – открытие сортирующей створки.

### Требования к содержанию отчёта:

- 1) Название лабораторной работы.
- 2) Цель работы.
- 3) Листинг программы.
- 4) Вывод.

### Контрольные вопросы:

- 1) Каким способом осуществляется функция с запоминанием кнопки?
- 2) Как реализуется система И/ИЛИ в LD?
- 3) Как используется триггер заднего фронта в данной задаче?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8 УПРАВЛЕНИЕ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИЕЙ

**Цель работы:** применение ранее изученных функций использования счетчиков и таймеров.



### Практическая часть

Рисунок 8.1 – Панель управления F-3

Для написания листинга использовать задание F-3 (рис. 8.1).

Ход работы. Реализация изменения состояния объекта управления при помощи органов управления.

1) При нажатии на PB1 (X20) включается «Автоматический режим».

Автоматический режим – происходит подача детали и сортировка в нужный контейнер в соответствии с размером.

Подача детали происходит до тех пор, пока не нажата кнопка PB2 (X21).

Предусмотреть возможность временной остановки (кнопка PB3 (X22)) конвейера с возможностью запуска с того же места.

2) При переключении тумблера X24, происходит смещение распределение коробок:

В маленькую коробку – большие.

В среднюю коробку – маленькие.

В большую коробку – средние.

Цикл можно запустить только, когда на конвейере отсутствуют детали и не запущен другой режим.

### Требования к содержанию отчёта:

- 1) Название лабораторной работы.
- 2) Цель работы.
- 3) Листинг программы.
- 4) Вывод.

#### Контрольные вопросы:

- 1) Как реализуется программа сортировки, где каждая третья деталь будет падать за датчик X7 вне зависимости от ее размера?
- 2) При помощи каких функций происходит сортировка?
- 3) Как реализуется программа мигания на таймерах?

### Литература

1. Основы автоматизации швейного производства: учеб. пособие / А. А Кузнецов [и др.]. – Минск : РИПО, 2021. – 175 с.

2. Автоматизация технологических процессов отрасли: лабораторный практикум / сост. К. Н. Ринейский, А. М. Самусев. – Витебск : УО «ВГТУ», 2022. – 73 с.

3. Денисенко, В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2009. – 608 с.

4. Петров, И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / И. В. Петров ; под ред. В. П. Дьяконова. – Москва : СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.

5. Промышленные сети передачи данных / Р. К. Нургалиев [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 1. – С. 252–255.

6. Федоров, Ю. Н. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка : учебно-практич. пособие / Ю. Н. Федоров. – Москва: Инфра-Инженерия, 2008. – 928 с.

Учебное издание

# МЕХАТРОНИКА И ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Составители: Белов Анатолий Алексеевич Тёмкин Даниил Александрович

Редактор *Р.А. Никифорова* Компьютерная верстка Д.А. Тёмкин

Подписано к печати <u>02.02.2024.</u> Формат <u>60х90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub></u>. Усл. печ. листов <u>1,6</u>. Уч.-изд. листов <u>1,6</u>. Тираж <u>2</u> экз Заказ № <u>46.</u>

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210038, г. Витебск, Московский пр., 72. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г. Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г. Учебное издание

# МЕХАТРОНИКА И ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Составители: Белов Анатолий Алексеевич Тёмкин Даниил Александрович

Редактор *Р.А. Никифорова* Компьютерная верстка *Д.А. Тёмкин* 

Подписано к печати <u>02.02.2024</u>. Усл. печ. листов <u>1,6</u>. Уч.-изд. листов <u>1,6</u>. Заказ № <u>47.</u>

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210038, г. Витебск, Московский пр., 72. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г. Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г. УДК 681.5

#### Составители:

# А.А. Белов, Д.А. Тёмкин

#### Одобрено кафедрой «Автоматизация производственных процессов» УО «ВГТУ», протокол № 5 от 21.12.2023.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 4 от 27.12.2023.

Мехатроника и основы программирования: методические указания по выполнению лабораторных работ / УО «ВГТУ» ; сост. : А. А. Белов, Д. А. Темкин – Витебск : УО «ВГТУ», 2024. – 25 с.

Методические указания являются руководством по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Мехатроника и основы программирования», освещают теоретические вопросы подготовки к их выполнению, приводят примеры построения автоматизированных систем управления технологическим процессом на основе использования программируемого логического контроллера, программного обеспечения и средств автоматизации.

Предназначены для студентов дневной формы обучения специальности 1-36-07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий».

УДК 681.5

© УО «ВГТУ», 2024