



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО
ОБРАЗОВАНИЯ**

Кафедра «Информационные системы и технологии»

**Ю. Е. Лившиц
В. И. Лакин
Ю. И. Монич**

**ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ
КОНТРОЛЛЕРЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

Учебно-методическое пособие и лабораторные работы

Часть 2

**Минск
БНТУ
2014**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО
ОБРАЗОВАНИЯ

Кафедра «Информационные системы и технологии»

*Ю. Е. Лившиц
В. И. Лакин
Ю. И. Монич*

**ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ
КОНТРОЛЛЕРЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

Учебно-методическое пособие и лабораторные работы
для студентов всех форм обучения специальностей

*1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств»,
1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»,
1-40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий»,
1-40 01 02 «Информационные системы и технологии»*

В 2 частях

Часть 2

Минск
БНТУ
2014

УДК 004.382+004.31(076.5)(075.8)
ББК 32.97я7
Л55

Рецензенты :
канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой РЭС БГУИР
И. Н. Цырельчук ;
канд. техн. наук, доцент БГУИР *В. А. Алексеев*

Лившиц, Ю. Е.

Л55 Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами : учебно-методическое пособие и лабораторные работы для студентов всех форм обучения специальностей 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств, 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы», 1-40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий», 1-40 01 02 «Информационные системы и технологии»: в 2 ч. / Ю. Е. Лившиц, В. И. Лакин, Ю. И. Мониц. – Минск : БНТУ, 2014. – Ч. 2. – 164 с.
ISBN 978-985-550-023-1 (Ч. 2).

В учебно-методическом пособии рассмотрены структурная схема, организация памяти программ и памяти данных, порты ввода/вывода, специальные функции, а также система команд однокристалльных микроконтроллеров семейства PIC16F84 и основные правила составления программ на языке Ассемблер. Пособие предназначено для начинающих изучение технологии проектирования устройств на микроконтроллерах и поэтому содержит лишь основные сведения по указанным вопросам.

Часть 1 данного издания выпущена в Белорусском национальном техническом университете в 2012 году.

УДК 004.382+004.31(076.5)(075.8)
ББК 32.97я7

ISBN 978-985-550-023-1 (Ч. 2)
ISBN 978-985-550-024-8

© Лившиц Ю. Е., Лакин В. И.,
Мониц Ю. И., 2014
© Белорусский национальный
технический университет, 2014

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 5 |
| Требования к содержанию отчета..... | 7 |
| Меры безопасности..... | 8 |
| Лабораторная работа № 1. Ознакомление с основами программирования ПЛК в пакете FX Trainer..... | 9 |
| 1. Упражнение А-1 – Представление типичной последовательности операций и структуры обучающего программного обеспечения..... | 10 |
| 2. Упражнение А-2 – Примеры использования ПЛК..... | 11 |
| 3. Упражнение А-3 – Управление конвейером..... | 11 |
| Лабораторная работа № 2. Изучение основных приемов, применяемых при программировании контроллеров..... | 18 |
| 1. Упражнение В-1 – Изучение программ входов и выходов..... | 18 |
| 2. Упражнение В-2 – Программа выхода с защелкой и инструкции SET/RST..... | 20 |
| 3. Упражнение В-3 – Программа контроля приоритета..... | 22 |
| 4. Упражнение В-4 – Обнаружение переднего или заднего фронта импульса..... | 24 |
| Лабораторная работа № 3. Основные функции таймера. Методы управления на основе счетчиков..... | 31 |
| 1. Упражнение С1 – Основные функции таймера..... | 31 |
| 2. Упражнение С-2 – Изучение программы таймера с задержкой выключения и таймера-одновибратора..... | 35 |
| 3. Упражнение С-3 – Программа мерцания..... | 36 |
| 4. Упражнение С-4 – Основная программа счета..... | 39 |
| Лабораторная работа № 4. Управление сигналами светофоров и устройством звуковой сигнализации при обнаружении пешехода или автомобиля. Управление технологическим оборудованием в соответствии с сигналами датчиков..... | 44 |
| 1. Упражнение D-2 – Управление сигналами светофоров и устройством звуковой сигнализации при обнаружении пешехода или автомобиля..... | 44 |
| 2. Упражнение D-6 – Управление технологическим оборудованием в соответствии с сигналами датчиков..... | 48 |
| Лабораторная работа № 5. Управление сигналами светофора. Сортировка деталей по размеру..... | 55 |
| 1. Упражнение D-3 – Управление сигналами светофора..... | 55 |
| 2. Упражнение D-4 – Сортировка деталей по размеру..... | 58 |

| | |
|---|-----|
| Лабораторная работа № 6. Переключение сигналов светофора в ответ на нажатие кнопки. Сортировка деталей по размер..... | 65 |
| 1. Упражнение E-1 – Переключение сигналов светофора в ответ на нажатие кнопки..... | 65 |
| 2. Упражнение E-2 – Сортировка деталей по размеру..... | 69 |
| Лабораторная работа № 7. Управление подачей деталей. Управление конвейером..... | 75 |
| Упражнение E-5 – Управление подачей деталей..... | 75 |
| Упражнение E-6 – Управление конвейером..... | 81 |
| Лабораторная работа № 8. Автоматическое функционирование двери..... | 88 |
| Упражнение F-1 – Автоматическое функционирование двери..... | 88 |
| Лабораторная работа № 9. Управление виртуальным оборудованием сцены..... | 94 |
| Упражнение F-2 – Управление виртуальным оборудованием сцены..... | 94 |
| Лабораторная работа № 10. Сортировка установленного числа деталей по размеру..... | 102 |
| Упражнение F-3 – Сортировка установленного числа деталей по размеру..... | 102 |
| Лабораторная работа № 11. Отработка деталей..... | 109 |
| Упражнение F-4 – Отбраковка деталей..... | 109 |
| Лабораторная работа № 12. Управление движением конвейера согласно определенному размеру детали..... | 116 |
| Упражнение F-5 – Управление движением конвейера..... | 116 |
| Лабораторная работа № 13. – Управление подъемным приспособлением..... | 123 |
| Упражнение F-6 – Управление подъемным приспособлением..... | 123 |
| Лабораторная работа № 14. Линия сортировки и распределения..... | 130 |
| Упражнение F-7 – Линия сортировки и распределения..... | 130 |
| Лабораторная работа № 15. Разработка программы управления подсветкой рекламного щита..... | 138 |
| Лабораторная работа № 16. Разработка программного обеспечения для управления шаговым двигателем..... | 154 |

Введение

Современное производство основано на высоких технологиях, призванных обеспечить скорость, масштаб, надежность, безопасность и высокое качество исполнения заданий. Назревшая необходимость гибкого управления технологическими процессами, эффективного использования производственных мощностей, управления на расстоянии в режиме реального времени определила необходимость перехода от громоздких релейно-контактных схем к перепрограммируемым логическим контроллерам. Любая задача, которая требует использования электрических устройств управления, легко решается при использовании программируемых логических контроллеров (ПЛК). Современные контроллеры быстро обрабатывают данные и автоматически управляют процессами. Возможность изменения программы позволяет максимально быстро менять технологический процесс в зависимости от текущей задачи.

Курс лабораторных работ создан с целью научить студентов разрабатывать системы управления на базе ПЛК и программировать контроллеры на языке релейно-контактных схем Ladder Diagram (LD).

Теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ, приведены в первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами».

Первые 14 лабораторных работ выполняются в пакете FX Trainer, специально разработанном Mitsubishi Electric Corporation с целью эффективного обучения программированию контроллеров на языке релейно-контактных схем. После выполнения лабораторных работ в обучающем пакете FX Trainer студенты приступают к выполнению следующей серии лабораторных работ, главной целью которых является разработка систем управления на базе ПЛК, включая создание программного обеспечения. В лабораторных работах этой серии задействованы контроллеры фирмы Mitsubishi Electric серии FX0S. Программирование контроллеров может быть выполнено с помощью целого ряда пакетов ПО, соответствующих стандарту МЭК 1131-3. В лабораторных работах для программирования ПЛК используется пакет GX Developer, который поставляется фирмой Mitsubishi Electric совместно со своей продукцией. Обязательной задачей студента является разработка управляющей программы и схемы ее алгоритма, проверка рабо-

ты созданного программного обеспечения в режиме 3D графической имитации или на лабораторных стендах.

Таким образом, лабораторные работы позволяют на практике закрепить теоретические сведения в области программирования ПЛК и создания СУ на их базе.

Требования к содержанию отчета

1. Титульный лист
2. Название лабораторной работы
3. Цель
4. Задание
5. Структурная схема системы управления
6. Схема подключения
7. Схема алгоритма управляющей программы
8. Листинг программы

Меры безопасности

При эксплуатации контроллера необходимо строго соблюдать требования пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004–76, требований электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.019–80, а также общие требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.003–74.

Перед подключением ПЛК к сети напряжением 220 В, корпуса блоков процессоров, ввода – вывода и пульта программирования и диагностики должны быть соединены с контуром заземления медной шиной или проводом. Сопротивление заземления между болтом заземления и корпусом ПК должно быть не более 0,1 Ом.

К работе с ПЛК допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте в лаборатории.

Не разрешается включать ПЛК без разрешения преподавателя.

Запрещается эксплуатировать ПЛК при отсутствии или неисправности заземления, при открытых крышках и снятых кожухах.

Не разрешается касаться одновременно корпуса ПЛК и корпусов других электроприборов.

Не следует во время работы ПЛК отключать кабели, соединяющие между собой отдельные составные части.

Студентам запрещается выполнять какие-либо ремонтные работы ПЛК. Выполнение лабораторной работы рекомендуется проводить бригадами в составе 2–3 студентов.

Лабораторная работа № 1

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ОСНОВАМИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПЛК В ПАКЕТЕ FX TRAINER

Цель работы

1. Ознакомиться с обучающим пакетом программирования контроллеров на языке релейно-контактных схем (LD) FX Trainer.
2. Рассмотреть предложенные примеры использования ПЛК в различных отраслях народного хозяйства.

Краткий обзор обучающего пакета FX Trainer

Пакет FX Trainer разработан фирмой Mitsubishi Electric с целью быстрого и эффективного обучения программированию ПЛК на языке LD. В процессе инсталляции программного обеспечения устанавливаются все необходимые для изучения составляющие:

- инструменты программирования;
- виртуальный PLC;
- имитатор оборудования;
- экранные переключатели входов-выходов и лампы индикации.

Пакет состоит из ряда упражнений, сгруппированных по 6-ти уровням сложности (см. рисунок 1.1). Упражнения описывают применение контроллеров в различных сферах деятельности. Например, сортировка деталей по размерам, управление конвейером, сверление, управление светодором, параметрами сцены, устройством оповещения в ресторане и т.д. Первые вводные упражнения содержат подробные комментарии по работе с пакетом, а также основные инструкции и приемы, применяемые при программировании.

Главное достоинство пакета – **3D графическая имитация**, которая моделирует работу оборудования в соответствии с созданной программой в режиме off-line. Кроме того, структура экрана обучения включает в себя панель управления, посредством которой осуществляется имитация управления переключателями, таблицу состояния входов-выходов и световое табло. Все это позволяет ускорить процесс отладки программы. Начиная с 4-й лабораторной работы, в задачу студента входит самостоятельная разработка программы в строгом соответствии с заданной ситуацией. Упражнения содержат подсказки и советы по подтверждению соответствия созданной программы заданным условиям.



Рисунок 1.1 – FX Trainer. Структура Главного меню

1. Упражнение А-1 – Представление типичной последовательности операций и структуры обучающего программного обеспечения

Для первоначального ознакомления со структурой обучающего пакета FX Trainer достаточно изучить структуру **Главного меню**, и затем **схему Упражнения**, **структурную схему Урока** и **структуру Экрана обучения**. Доступ к их подробным описаниям осуществляется нажатием соответствующих кнопок **Главного меню** (см. рисунок 1.1). Подробные пошаговые инструкции по работе с пакетом, записи программы и тестирования ее работы посредством **3D графической имитации** приводятся в **Окне навигатора** (рисунок 1.2).

Задание

1.1 Изучить структуру обучающей программы FX Trainer.

Разобраться с последовательностью функционирования СУ автоматическим открытием-закрытием двери, приведенной в упражнении А-1.

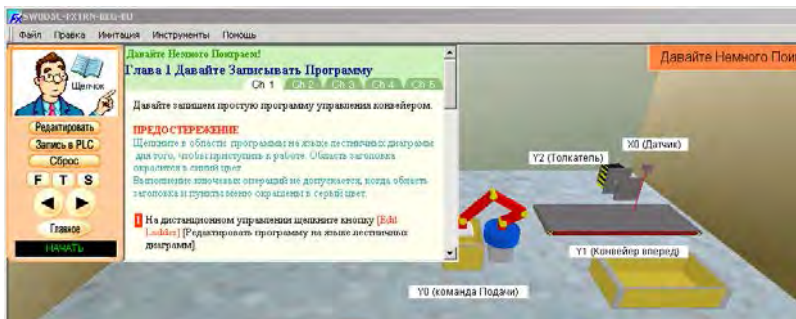


Рисунок 1.2 – FX Trainer. Окно навигатора

2. Упражнение А-2 – Примеры использования ПЛК.

Задание

Рассмотреть примеры использования ПЛК в различных отраслях народного хозяйства, приведенные в упражнении А-2. Более подробные сведения о назначении ПЛК, их структуре и классификации приводятся в разделе 1 «Общие сведения. Введение в ПЛК» первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами».

3. Упражнение А-3 – Управление конвейером.

На рисунке 1.3 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

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.

Для реализации поставленной задачи управления конвейером предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 1.4.

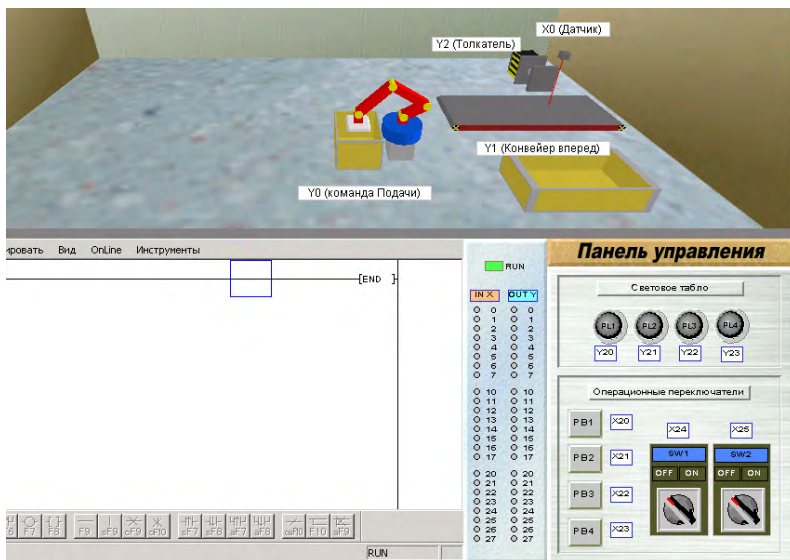


Рисунок 1.3 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению А-3

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам датчика реализует управление технологическим оборудованием. Выходные сигналы датчика поступают на входы контроллера. Обработка сигналов датчика осуществляется программно.

Конвейер приводится в движение трехфазным асинхронным двигателем с релейно-контактной СУ. С выходов контроллер инициирует запуск и остановку конвейера. Срабатывание пневмоцилиндра толкателя обеспечивается подачей напряжения с выхода контроллера на электромагнитный клапан управления пневмоцилиндром. Запуск программы промышленного робота осуществляется с выхода контроллера сигналом, поступающим на вход системы управления роботом. Дальнейшая работа ПР осуществляется по составленной для него программе. По окончании цикла загрузки и возврату в исходную позицию с СУ ПР выдается сигнал «Конец цикла», поступающий на вход ПЛК.

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведены на рисунках 1.5, 1.6.

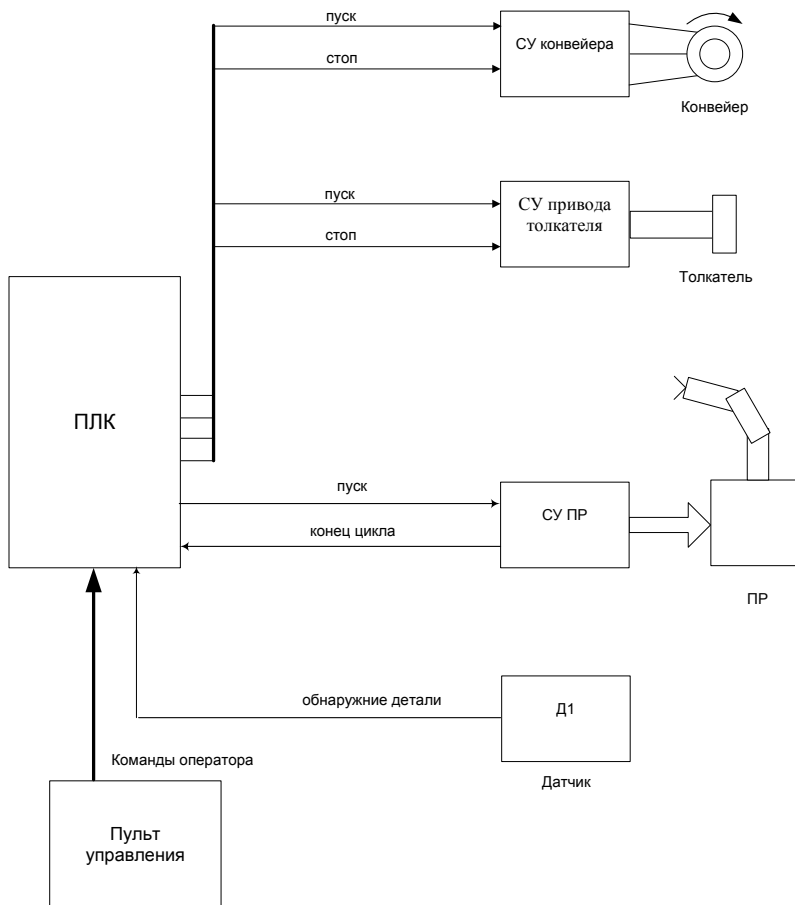


Рисунок 1.4 – Структурная схема СУ к упражнению А-3

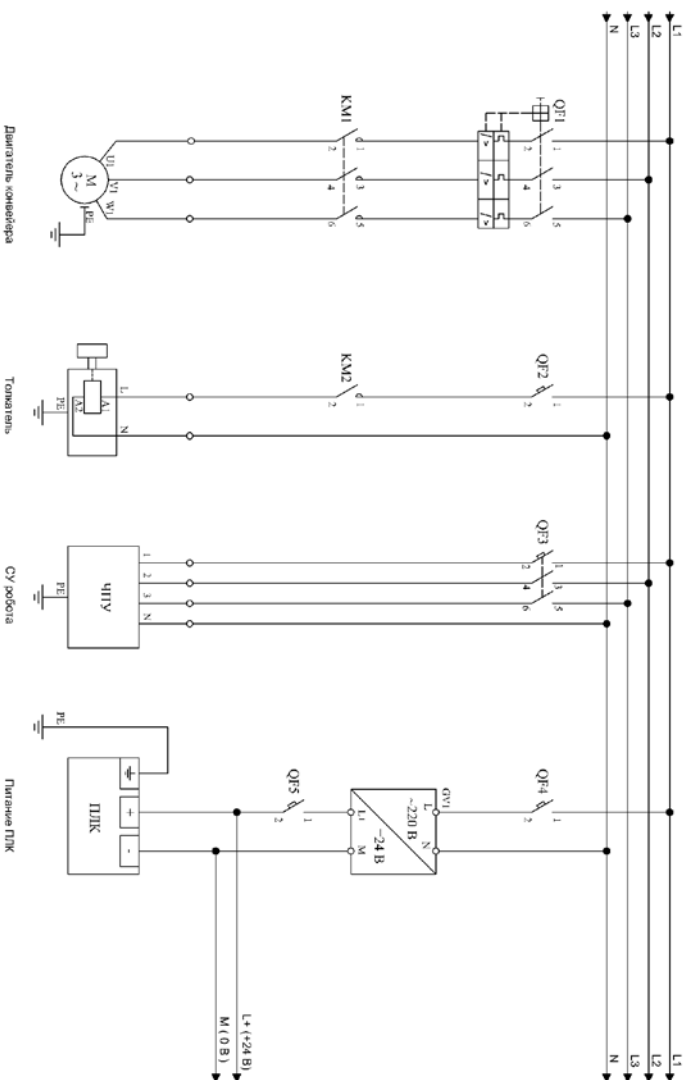


Рисунок 1.5 – Схема подключения оборудования (упражнение А-3)

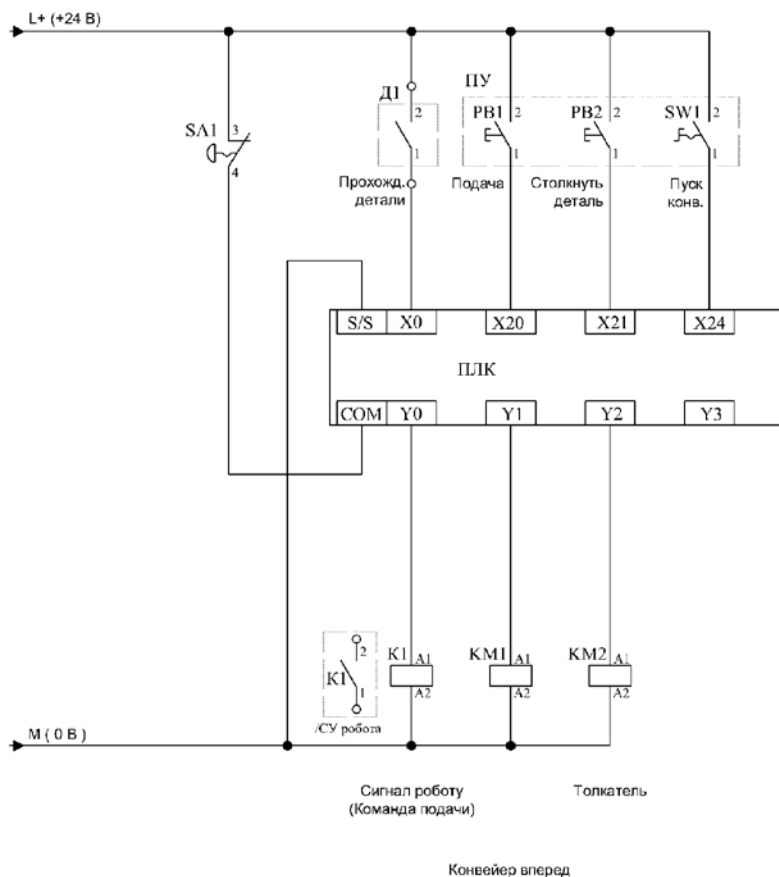


Рисунок 1.6 – Схема подключения входов-выходов ПЛК (упражнение А-3)

- L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц);
- GV1 – источник питания постоянного тока +24 В;
- PE – провод заземления
- QF1 – автоматический выключатель для двигателя с тепловым реле
- QF2...QF5 – автоматические выключатели
- KM1 – контактор для управления двигателем
- KM2 – контактор для управления толкателем
- K1 – реле для подачи управляющего сигнала роботу

Д1 – датчик положения детали
 PB1, PB2 – кнопки на панели управления
 SW1 – тумблер на панели управления
 SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

Задание

Так как упражнение носит обучающий характер, подробные инструкции по записи программы приведены в **Окне навигатора**, т.е. в заданию студента входит не самостоятельная разработка программы, а лишь обучение ее написанию, имитация записи программы в память ПЛК и проверка ее соответствия заданным условиям. Теоретические сведения по операторам, которые используются при написании программы, приведены в разделе 11 «Язык релейно-контактных схем (LD)» главе 1 «Основные команды» Первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами».

Следуя приведенным в упражнении А-3 инструкциям, набрать с помощью мыши и клавиатуры управляющую программу для реализации поставленной задачи управления конвейером с учетом следующих условий:

а) Когда на панели управления нажата кнопка *PB1 (X20)*, деталь подается на конвейер.

б) Когда тумблер *SW1 (X24)* на панели управления установлен в *ON*, конвейер выполняет перемещение детали вперед.

с) Деталь останавливается у датчика *X0* и при нажатии кнопки *PB2 (X21)* сталкивается на поддон.

В соответствии с инструкциями, приведенными в **Окне навигатора**, выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D-графической имитации**.

Составить схему алгоритма управляющей программы.

Контрольные вопросы

1. Что такое программируемое логическое управление?
2. Приведите примеры использования контроллеров в различных отраслях промышленности и в повседневной жизни.
3. Перечислите команды, которые были использованы при написании программы управления конвейером в задании А-3.
4. Какие 3 уровня совместимости инструментальных систем определяет международная Ассоциация PLCopen и что они предполагают?
5. Какие языки программирования контроллеров Вы знаете?
6. Поясните назначение элементов на схеме подключения ПЛК.

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПРИЕМОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ КОНТРОЛЛЕРОВ

Цель работы

1. Ознакомиться с операторами, применяемыми при программировании контроллера: входы, выходы, логическое И и логическое ИЛИ.
2. Изучить программу выхода с защелкой и SET/RST.
3. Изучить программу контроля приоритета.
4. Ознакомиться с инструкциями для обнаружения переднего/заднего фронта импульса.

1. Упражнение В-1 – Изучение программ входов и выходов.

На рисунке 2.1 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

Кнопка *PB1* (вход *X20* контроллера) на **Панели управления** в состоянии *ON* включает лампу *Функционирование* (выход *Y0* контроллера). При переходе кнопки *PB1* в состояние *OFF* лампа *Функционирование* (*Y0*) гаснет и загорается лампа *STOP* (выход *Y1* контроллера). Лампа *Ошибка* (выход *Y2* контроллера) горит при соблюдении следующих условий:

1. Тумблер *SW1* (вход *X24* контроллера) переключен в состояние *ON*.
2. На **Панели управления** нажата кнопка *PB2* (*X21*) или *PB3* (*X22*).

Задание

Теоретические сведения по операторам, которые используются при написании программы, приведены в разделе 11 «Язык релейно-контактных схем (LD)» главе 1 «Основные команды» первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами».

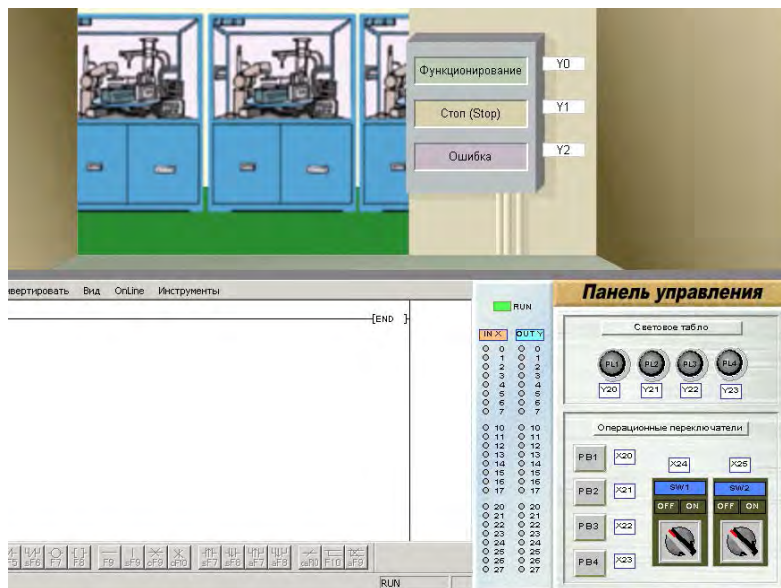


Рисунок 2.1 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнениям В-1 и В-2

1.1 Следуя приведенным в упражнении В-1 инструкциям, набрать управляющую программу для реализации поставленной задачи включения-выключения ламп с учетом следующих условий:

а) Когда на панели управления кнопка *PB1* (*X20*) находится в состоянии *OFF*, горит лампа *STOP* (*Y1*). Лампа *STOP* (*Y1*) гаснет при переходе *PB1* (*X20*) в состояние *ON*.

б) Когда *PB1* (*X20*) на панели управления нажата, горит лампа *Функционирование* (*Y0*).

с) Если тумблер *SW1* (*X24*) переключен в *ON* и на панели управления нажата кнопка *PB2* (*X21*), то горит лампа *Ошибка* (*Y2*).

д) Если тумблер *SW1* (*X24*) переключен в *ON* и на панели управления нажата кнопка *PB3* (*X22*), то горит лампа *Ошибка* (*Y2*).

1.2 Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

Разработать схему алгоритма управляющей программы.

2. Упражнение В-2 – Программа выхода с защелкой и инструкции SET/RST.

В упражнении В-2 предложено то же виртуальное оборудование, что и в упражнении В-1 (см. рисунок 2.1), однако управление им с помощью тех же кнопок и тумблера осуществляется иначе. Т.к. целью упражнения является изучение не только методов удержания состояния выходов контроллера, но и приемов контроля приоритета одних входов-выходов контроллера над другими, оно состоит из трех небольших программ, которые дают наглядный пример по применению этих приемов.

При нажатии на **Панели управления** кнопки *PB1* (вход *X20* контроллера) загорается лампа *Функционирование* (выход *Y0* контроллера), причем лампа продолжает гореть даже когда кнопка *PB1* (*X20*) отпущена. Тумблер *SW1* (вход *X24*) в положении *ON* выключает лампу *Функционирование* (*Y0*).

Задание

По приведенным в **Окне навигатора** трем небольшим программам с подробными описаниями к каждой необходимо разобраться с методами удержания состояния выходов контроллера, изучить приемы контроля приоритета одних входов-выходов контроллера над другими.

Теоретические сведения по операторам, которые используются при написании программ, приведены в разделе 11 «Язык релейно-контактных схем (LD)» главе 1 «Основные команды» первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами».

2.1 Программа удержания состояния выхода контроллера «с защелкой», контроль приоритета тумблера над кнопкой.

Следуя приведенным на вкладке Ch1 **Окна навигатора** инструкциям, набрать управляющую программу для реализации поставленной задачи включения-выключения лампы *Функционирование* (*Y0*) с учетом следующих условий:

а) Когда кнопка *PB1* (*X20*) на **Панели управления** нажата, горит лампа *Функционирование* (*Y0*).

б) Даже если кнопка *PB1*(*X20*) на **Панели управления** отпущена, лампа продолжает гореть. Состояние выхода удерживается в *ON* контактом лампы *Функционирование* (*Y0*).

с) Если тумблер *SW1*(*X24*) установлен в *ON*, лампа не может быть зажжена независимо от того, в каком состоянии находится кнопка *PB1*(*X20*) – *ON* или *OFF*. Тумблер *SW1*(*X24*) имеет приоритет по отношению к кнопке *PB1* (*X20*).

2.2 Выполнить проверку соответствия набранной программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

2.3 Программа удержания состояния выхода контроллера «с защелкой», контроль приоритета кнопки над тумблером.

Следуя приведенным на вкладке Ch3 **Окна навигатора** инструкциям, набрать управляющую программу для реализации поставленной задачи включения-выключения лампы *Функционирование (Y0)* с учетом следующих условий:

а) Лампа *Функционирование (Y0)* включается по нажатию кнопки *PB1(X20)* и останется зажженной даже если кнопка *PB1(X20)* отпущена. Если тумблер *SW1(X24)* переключен в *ON*, лампа погаснет. Однако, если одновременно и кнопка *PB1(X20)*, и тумблер *SW1 (X24)* находятся в состоянии *ON*, лампа *Функционирование (Y0)* будет гореть. Кнопка *PB1(X20)* имеет приоритет по отношению к тумблеру *SW1(X24)*.

2.4 Выполнить проверку соответствия набранной программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

2.5 Программа удержания состояния выхода контроллера с использованием инструкций SET/RST.

Следуя приведенным на вкладке Ch4 **Окна навигатора** инструкциям, набрать управляющую программу для реализации поставленной задачи включения-выключения лампы *Функционирование (Y0)* с учетом следующих условий:

а) Когда кнопка *PB1 (X20)* на **Панели управления** нажата, горит лампа *Функционирование (Y0)*.

б) Даже если кнопка *PB1 (X20)* на **Панели управления** отпущена, лампа продолжает гореть. Состояние выхода лампы *Функционирование (Y0)* удерживается в состоянии *ON* инструкцией *SET*.

с) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PB2 (X21)*, лампа *Функционирование (Y0)* восстанавливает начальное состояние и гаснет.

2.6 Выполнить проверку соответствия набранной программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

3. Упражнение В-3 – Программа контроля приоритета.

На рисунке 2.2 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

Тумблер *SW1* (вход *X24* контроллера) в положении *ON* включает лампу *Красного цвета (Y0)* светофора при условии, что не горит лампа *Зеленого цвета (Y1)*. Тумблер *SW2* (вход *X25* контроллера) в положении *ON* включает лампу *Зеленого цвета (Y1)* при условии, что не горит лампа *Красного цвета (Y0)* (тумблер *SW1 (X24)* переключен в положение *OFF*).

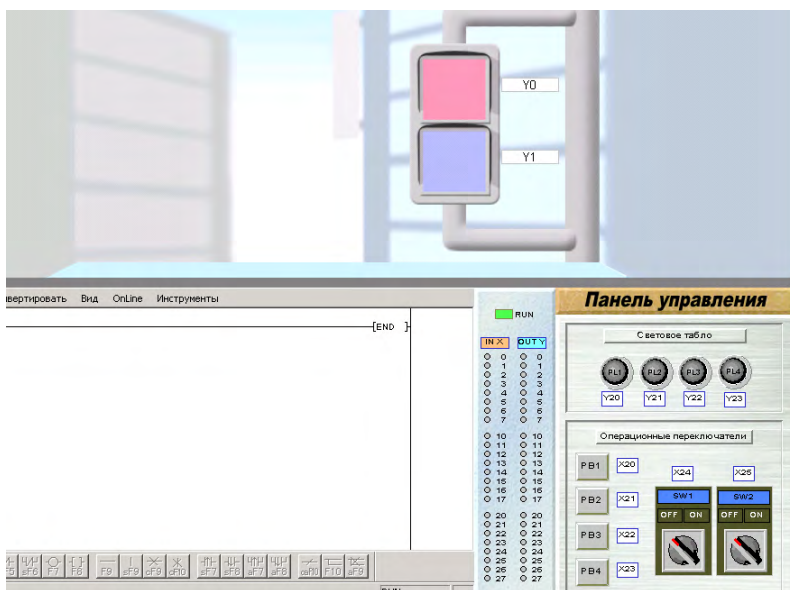


Рисунок 2.2 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению В-3

Задание

По приведенным в **Окне навигатора** двум небольшим программам с подробными описаниями к каждой изучить приемы контроля приоритета одних входов-выходов контроллера над другими.

Теоретические сведения по операторам, которые используются при написании программ, приведены в разделе 11 «Язык релейно-контактных схем (LD)» главе 1 «Основные команды» первой части учебно-

методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами».

3.1 Программа блокировки

Следуя приведенным на вкладке Ch1 **Окна навигатора** инструкциям, набрать управляющую программу для реализации поставленной задачи включения-выключения ламп светофора с учетом следующих условий:

а) Когда на панели управления тумблер *SW1(X24)* установлен в *ON*, на светофоре горит лампа *Красного цвета (Y0)*.

б) Даже когда на **панели управления** тумблер *SW2(X25)* будет установлен в *ON*, лампа *Зеленого цвета* светофора (*Y1*) не загорается. В этой программе *Зеленый свет* не появляется до тех пор, пока горит *Красный свет (Y0)*, так как контакт *Y0* разомкнут.

При изменении функционирования на обратное (первоначальная установка в *ON* тумблер *SW2 (X25)*, и только затем тумблера *SW1 (X24)*) включение *Зеленого цвета* светофора (*Y1*) имеет высший приоритет по отношению к *Красному*.

3.2 Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

3.3 Программа контроля приоритета

Следуя приведенным на вкладке Ch4 **Окна навигатора** инструкциям, набрать управляющую программу для реализации поставленной задачи включения/выключения ламп светофора с учетом следующих условий:

а) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PB1 (X20)*, горит сигнал *Красного цвета (Y0)*.

б) Когда кнопка *PB1 (X20)* на **Панели управления** отпущена, сигнал продолжает гореть. Состояние выхода для сигнала *Красного цвета (Y0)* сохраняется программой защелки выхода.

с) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PB2 (X21)*, сигнал *Красного цвета (Y0)* гаснет и загорается сигнал *Зеленого цвета (Y1)*.

д) Когда кнопка *PB2 (X21)* на **Панели управления** отпущена, сигнал *Зеленого цвета (Y1)* продолжает гореть. Состояние выхода для сигнала *Зеленого цвета (Y1)* сохраняется программой защелки выхода.

е) Функционирование сигнала *Зеленого цвета (Y1)*, который был включен в *ON* «последним», имеет более высокий приоритет.

3.4 Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

4. Упражнение В-4 – Обнаружение переднего или заднего фронта импульса

На рисунке 2.3 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов/выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

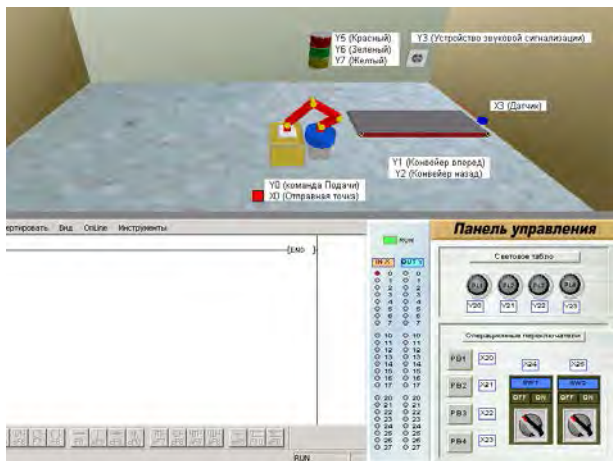


Рисунок 2.3 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению В-4

Тумблер *SW1* (вход *X24* контроллера) управляет пуском/остановом конвейера (выход *Y1*) в положениях *ON/OFF* соответственно. При движении конвейера вперед горит лампа *Зеленого цвета (Y6)*. Кнопка *PB1* (вход *X20* контроллера) на **Панели управления** задает для робота с выхода *Y0* управляющий сигнал подачи детали на конвейер. Кнопка *PB2* (вход *X21* контроллера) останавливает конвейер (при этом гаснет лампа *Зеленого цвета (Y6)*) и блокирует команду подачи для робота (*Y0*).

Для реализации поставленной задачи управления конвейером предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 2.4.

Структурная схема системы управления конвейером
к упражнению В-4

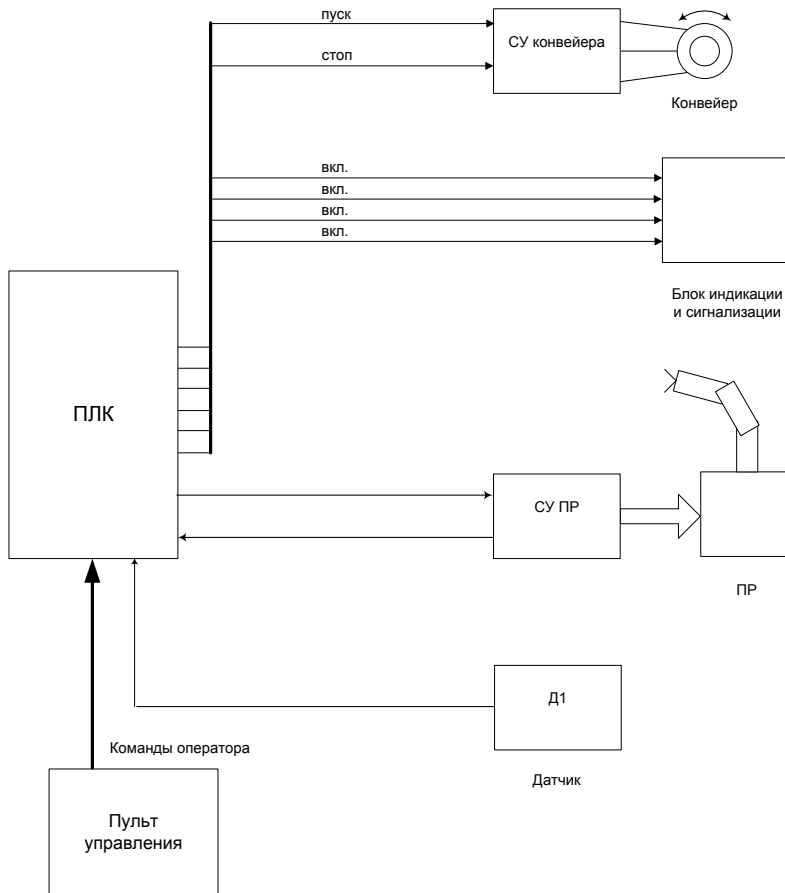


Рисунок 2.4 – Структурная схема СУ к упражнению В-4

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который согласно состоянию опрашиваемых входов по записанной в память программе изменяет состояние выходов, т.е. реализует управление технологическим оборудованием. Конвейер приводится в движение трехфазным асинхронным двигателем с релейно-контактной СУ. С выходов контрол-

лер инициирует запуск и остановку конвейера. Запуск программы промышленного робота осуществляется с выхода контроллера сигналом, поступающим на вход системы управления роботом. Дальнейшая работа ПР осуществляется по составленной для него программе. По окончании цикла загрузки и возврату в исходную позицию с СУ ПР выдается сигнал “Конец цикла”, поступающий на вход ПЛК

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведены на рисунках 2.5, 2.6.

Целью упражнения является изучение инструкций PLS/PLF, LDP/LDF, а также определение ситуаций, где наиболее предпочтительно использовать те или иные инструкции. В связи с этим оно состоит из трех небольших программ, которые дают наглядный пример по применению этих инструкций.

Задание

По приведенным в **Окне навигатора** трем небольшим программам с подробными описаниями к каждой необходимо разобраться с инструкциями определения переднего/заднего фронта импульса.

Теоретические сведения по операторам управления по фронтам входных сигналов LDP/LDF приведены в разделе 11 «Язык релейно-контактных схем (LD)» главе 1 «Основные команды» первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами», по операторам генерации одиночных импульсов по фронтам входных сигналов PLF/PLS – в главе 5 «Программирование одиночных импульсов. Команды (PLF) и (PLS)», по программированию внутреннего реле – в главе 2 «Программирование внутреннего реле».

4.1 Инструкции PLS/PLF

Следуя приведенным на вкладках Ch1-Ch4 **Окна навигатора** инструкциям, набрать управляющую программу для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием с учетом следующих условий:

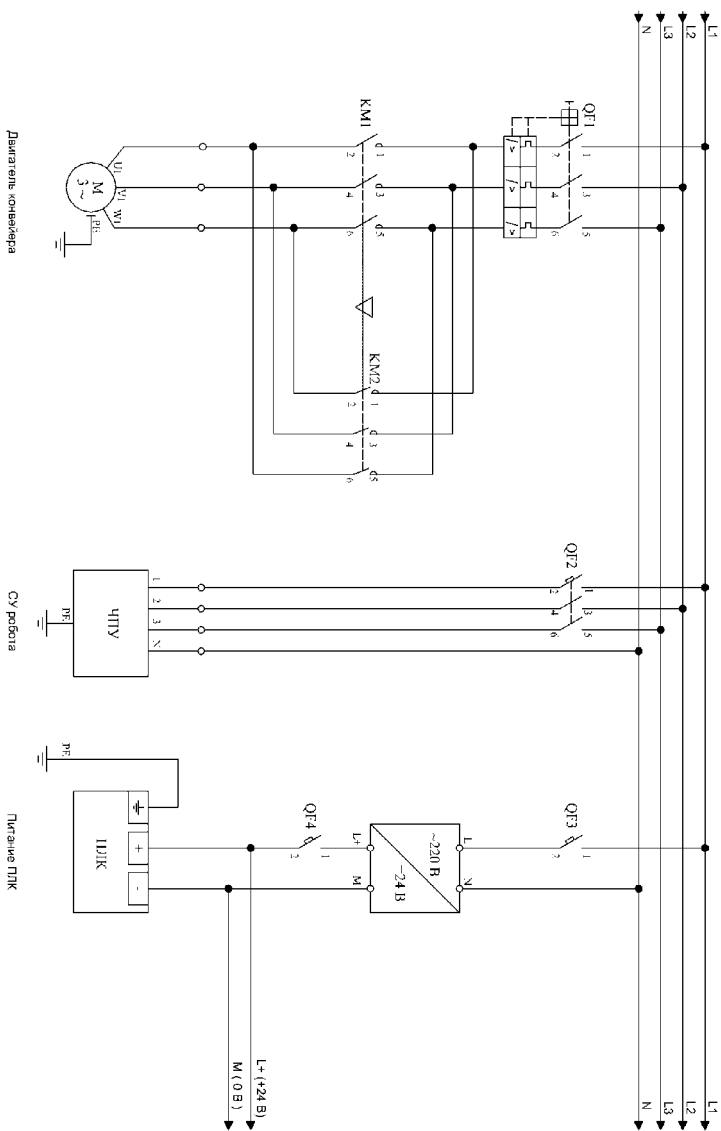


Рисунок 2.5 – Схема подключения оборудования (упражнение В-4)

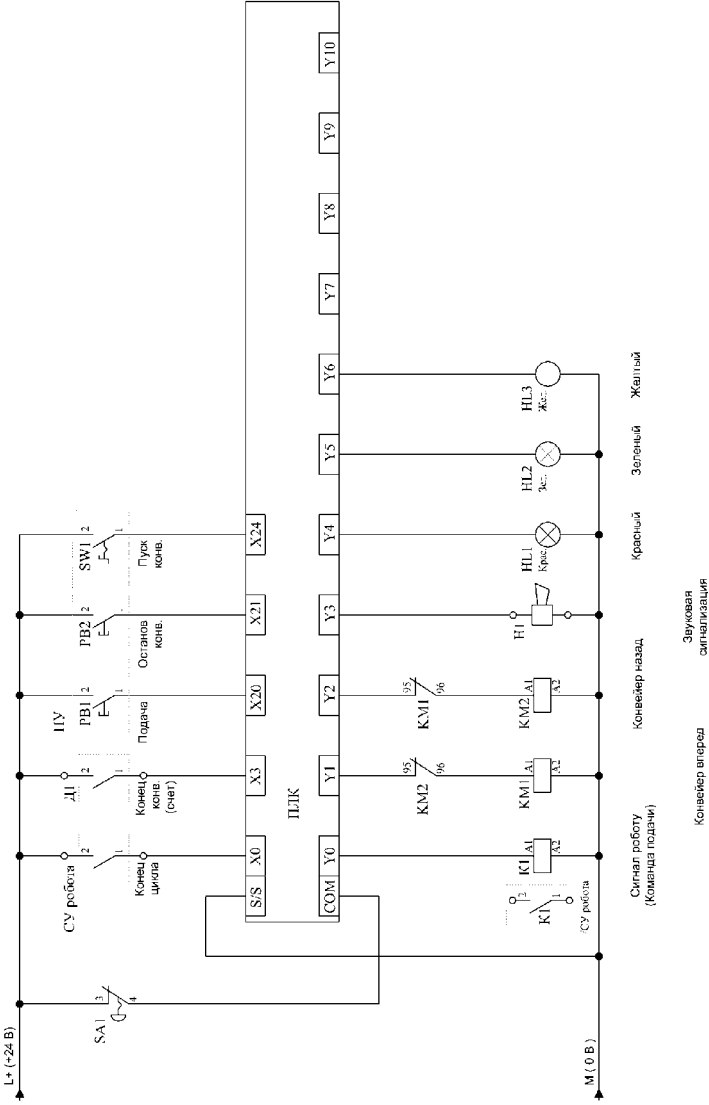


Рисунок 2.6 – Схема подключения входо-выходов ПЛК (упражнение В-4)

а) В момент переключения тумблера *SW1 (X24)* в состояние *ON* Конвейер (*Y1*) начинает движение вперед и загорается *Зеленая лампа (Y6)*.

б) Когда нажата кнопка *PB2 (X21)*, выходы *Y1* и *Y6* переключаются в *OFF*.

с) Команда подачи (*Y0*) для робота срабатывает в момент переключения кнопки *PB1 (X20)* из состояния *ON* в состояние *OFF*.

д) Функционирование робота *Y0* прекращается при нажатии на кнопку *PB2 (X21)*.

4.2 Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

4.3 Инструкции LDP/LDF

Не изменяя функциональное назначение кнопок и тумблера на **Панели управления** реализуйте управление технологическим оборудованием при помощи инструкций LDP/LDF, следуя указаниям, приведенным на вкладках Ch5-Ch6.

4.4 Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

4.5 Способ предотвращения случайных запусков оборудования.

Следуя приведенным на вкладке Ch7 Окна навигатора инструкциям, набрать управляющую программу для реализации поставленной задачи предотвращения случайных запусков оборудования с учетом следующих условий:

а) Лампа *Красного цвета (Y5)* горит при условии, что тумблер *SW1 (X24)* установлен в положение *ON*. При этом лампа *Y5* гаснет во время нажатия на кнопку *PB2 (X21)* и загорается вновь при ее отпускании.

б) В момент переключения тумблера *SW1 (X24)* в состояние *ON* загорается *Зеленая лампа (Y6)*. При этом лампа *Y6* выключается при нажатии на кнопку *PB2 (X21)* на **Панели управления** и не загорается вновь до тех пор, пока тумблер *SW1 (X24)* не будет переключен в положение *OFF*, а затем снова в *ON*. Этот прием предотвращает случайный запуск оборудования.

Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

- L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380В, 50Гц)
GV1 – источник питания постоянного тока +24В
PE – провод заземления
QF1 – автоматический выключатель для двигателя с тепловым реле
QF2...QF4 – автоматические выключатели
KM1 – контактор для управления двигателем (вперед)
KM2 – контактор для управления двигателем (реверс)
K1 – реле для подачи управляющего сигнала роботу
Д1 – датчик положения детали
Н1 – Звуковая сигнализация
HL1, HL2, HL3 – световая сигнализация (красная, зеленая, желтая соответственно)
PB1, PB2 – кнопки на панели управления
SW1 – тумблер на панели управления
SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

Контрольные вопросы

1. Как работают нормально разомкнутые и нормально замкнутые контакты?
2. Объясните логику работы «Последовательного И» и «Параллельного ИЛИ».
3. Для чего используются внутренние реле ПЛК?
4. Какие методы удержания состояния выхода Вы знаете?
5. Приведите примеры использования инструкций с высоким приоритетом.
6. В каких случаях используются инструкции PLS и PLF?
7. В чем принципиальное отличие между инструкциями PLS/PLF и LDP/LDF?

Внесите необходимые изменения в первую или вторую программу упражнения В-4 по управлению технологическим оборудованием, чтобы заготовка при движении по конвейеру не падала на пол, а автоматически останавливалась по сигналу датчика (вход X3 контроллера).

Лабораторная работа № 3

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ТАЙМЕРА. МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ СЧЕТЧИКОВ

Цель работы

1. Изучить основные функции и виды таймеров, приемы их программной реализации.
2. Ознакомиться с методами управления на основе счетчиков.

Упражнение С1 – Основные функции таймера

На рисунке 3.1 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

Кнопка *PB1* (вход *X20* контроллера) на **Панели управления** в состоянии *ON* включает таймер *T0* контроллера. Когда текущее значение таймера достигает 3с, с выхода *Y0* контроллера выдается сигнал открытия двери (*Команда Дверь вверх*). При переходе кнопки *PB1* в состояние *OFF* текущее значение таймера *T0* обнуляется. Для управления закрытием двери необходимо нажать и удерживать кнопку *PB2* (*X21*) на **Панели управления** до тех пор, пока текущее значение таймера *T1* контроллера не достигнет 4с. В этот момент с выхода *Y1* контроллера подается сигнал закрытия двери (*Команда Дверь вниз*). При переходе кнопки *PB2* в состояние *OFF* текущее значение таймера *T1* обнуляется.

Для реализации поставленной задачи управления открытием-закрытием двери предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 3.2.

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который согласно состоянию опрашиваемых входов и сигналам датчиков *Верхнего предела* *D1* и *Нижнего предела* *D2* по записанной в память программе изменяет состояние выходов, т. е. реализует управление открытием-закрытием двери. Дверь приводится в движение трехфазным асинхронным двигателем с релейно-контактной *СУ*. С выходов контроллер инициирует запуск и остановку двери.

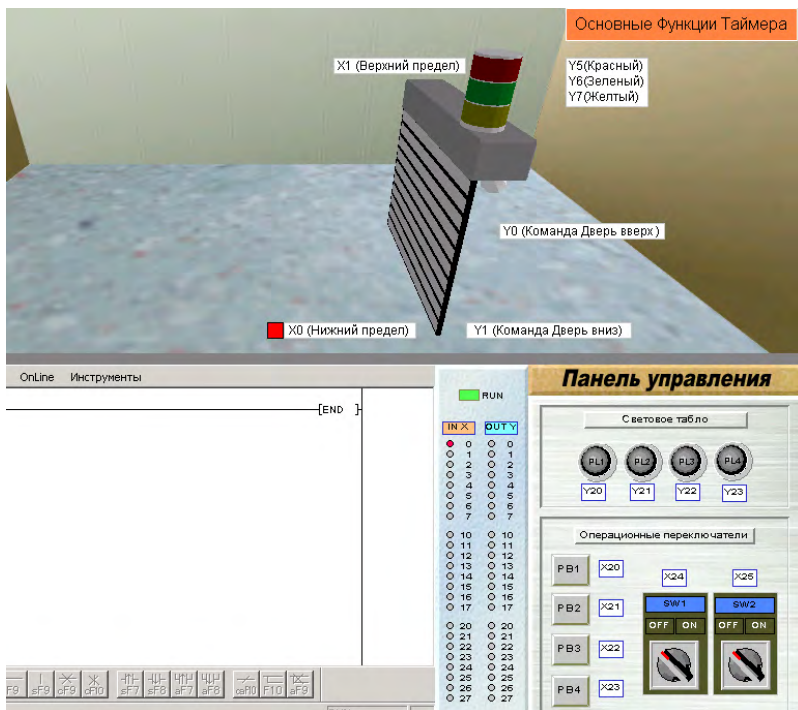


Рисунок 3.1 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнениям С-1 и С-2

Схема подключения оборудования приведена на рисунке 3.3.

Задание

Теоретические сведения по назначению таймеров, их классификации, инициализации и примерам использования приведены в разделе 11 «Язык релейно-контактных схем (LD)» главе 4 «Программирование таймера. Команда **TIMER**» первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами».

1.1 Следуя приведенным в упражнении С-1 инструкциям, набрать управляющую программу для реализации поставленной задачи управления открытием-закрытием двери с учетом следующих условий:

а) При нажатии и удерживании на **Панели управления** кнопки **PB1 (X20)** запускается (устанавливается в состояние **ON**) программа таймера **T0**.

б) Спустя 3 секунды после того, как $T0$ установлен в ON , запускается на выполнение *Команда Дверь вверх $Y0$* .

с) Если на **Панели управления** нажать кнопку $PB2$ ($X21$), то таймер $T1$ установится в ON , и через 4 секунды дверь начнет закрываться.

д) В момент перехода в состояние OFF кнопок $PB1$ ($X20$) или $PB2$ ($X21$) текущее значение таймеров $T0$ или $T1$ соответственно обнуляется.

Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

Структурная схема системы управления к упражжнениям С-1 и С-2

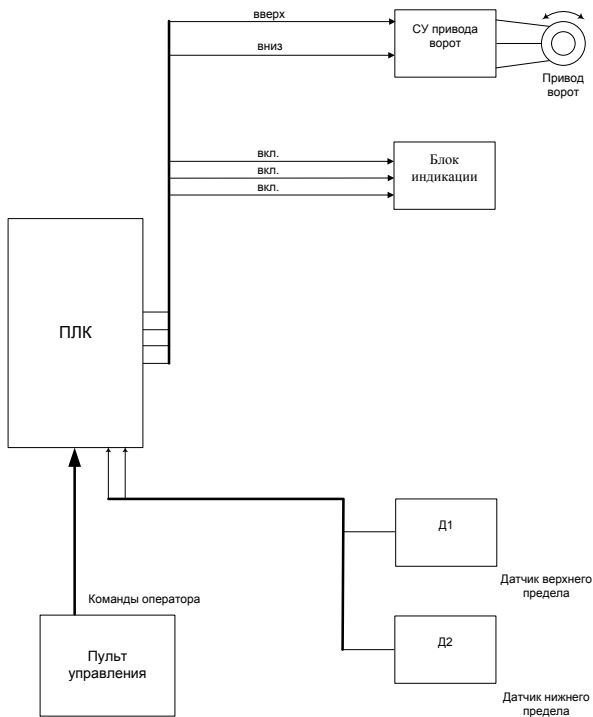


Рисунок 3.2 – Структурная схема СУ к упражжнениям С-1 и С-2

$L1, L2, L3, N$ – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)
 $GV1$ – источник питания постоянного тока +24 В
 PE – провод заземления
 $QF1$ – автоматический выключатель для двигателя с тепловым реле
 $QF2, QF3$ – автоматические выключатели

КМ1 – контактор для управления двигателем (ворота ВВЕРХ)

КМ2 – контактор для управления двигателем (ворота ВНИЗ)

Д1, Д2 – датчики положения ворот

НЛ1, НЛ2, НЛ3 – световая сигнализация (красная, зеленая, желтая соответственно)

РВ1, РВ2 – кнопки на панели управления

SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

2. Упражнение С-2 – Изучение программы таймера с задержкой выключения и таймера-одновибратора

В упражнении С-2 предложено то же виртуальное оборудование, что и в упражнении С-1 (см. рисунок 3.1), однако управлять мы будем не открытием-закрытием двери, а включением-выключением ламп индикации, которые расположены непосредственно над дверьми. Отсюда следует, что назначение кнопок на **Панели управления** иное.

Кнопка *РВ1* (вход *X20* контроллера) в состоянии *ON* включает лампу *Красного цвета* (выход *Y5* контроллера). В момент перехода кнопки *РВ1* из состояния *ON* в состояние *OFF* включается таймер *T1* контроллера. Когда текущее значение таймера достигает 3с, лампа *Красного цвета* (*Y5*) гаснет и текущее значение таймера *T1* обнуляется. Здесь используется прием задержки выхода *Y5* в состоянии *ON* в течение заданного времени после того, как задающий вход *X20* перешел в состояние *OFF*.

В момент перехода кнопки *РВ2* (вход *X21* контроллера) из состояния *ON* в состояние *OFF* загорается лампа *Зеленого цвета* (выход *Y6* контроллера) и включается таймер-одновибратор *T2* контроллера. Когда текущее значение таймера *T2* достигает 5с, лампа *Зеленого цвета* (*Y6*) гаснет и таймер обнуляется. Таймер-одновибратор используется для удержания выхода *Y6* в состоянии *ON* в течение точно установленного промежутка времени, после того, как задающий вход *X21* перейдет в состояние *ON*.

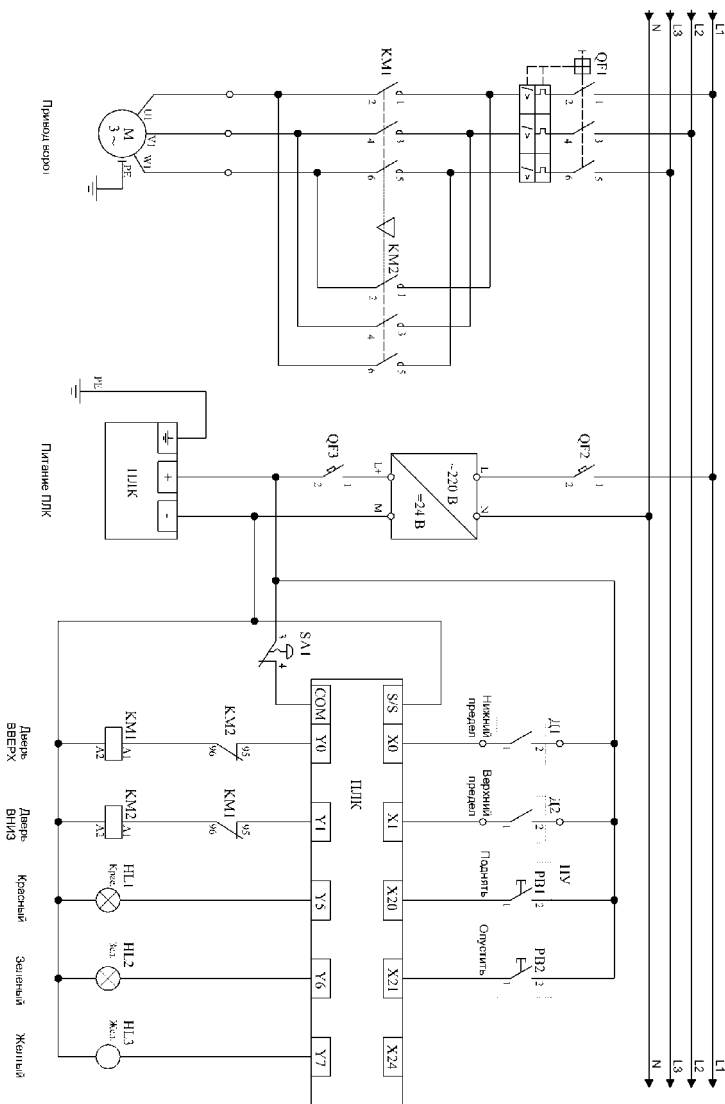


Рисунок 3.3 – Схема подключения оборудования (управления С-1 и С-2)

Структурная схема СУ для реализации поставленной задачи включения-выключения ламп индикации показана на рисунке 3.2.

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который согласно состоянию опрашиваемых входов по записанной в память программе изменяет состояние выходов, т.е. реализует управление включением-выключением ламп индикации.

Схема подключения оборудования приведена на рисунке 3.3.

Задание

2.1. Следуя приведенным в упражнении С-2 инструкциям, набрать управляющую программу для реализации поставленной задачи управления включением-выключением ламп индикации:

а) При нажатии на **Панели управления** на кнопку *PB1 (X20)* загорается лампа *Красного цвета (Y5)*.

б) Отпустите кнопку *PB1 (X20)* на **Панели управления**. Таймер *T1* устанавливается в состояние *ON*.

с) Спустя 3 секунды лампа *Красного цвета (Y5)* гаснет.

д) При нажатии на **Панели управления** на кнопку *PB2 (X21)* загорается лампа *Зеленого цвета (Y6)*. Таймер *T2* устанавливается в состояние *ON*.

е) Спустя 5 секунд лампа *Зеленого цвета (Y6)* гаснет.

Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

3. Упражнение С-3 – Программа мерцания.

На рисунке 3.4 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления светофором.

Тумблер *SW1* (вход *X24* контроллера) в положении *ON* запускает отсчет времени таймера *T3*. Когда текущее значение таймера достигает 2с, загорается сигнал *Зеленого цвета (Y1)* светофора и включается таймер *T4*. Когда текущее значение таймера *T4* достигает 4с, сигнал *Зеленого цвета (Y1)* гаснет и таймер *T3* обнуляется.

Структурная схема СУ для реализации поставленной задачи мерцания *Зеленого сигнала* светофора показана на рисунке 3.5.

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который согласно состоянию опрашиваемых входов по записанной в память программе изменяет состояние выходов, т.е. реализует управление сигналами светофора.

Схема подключения СУ приведена на рисунке 3.6.

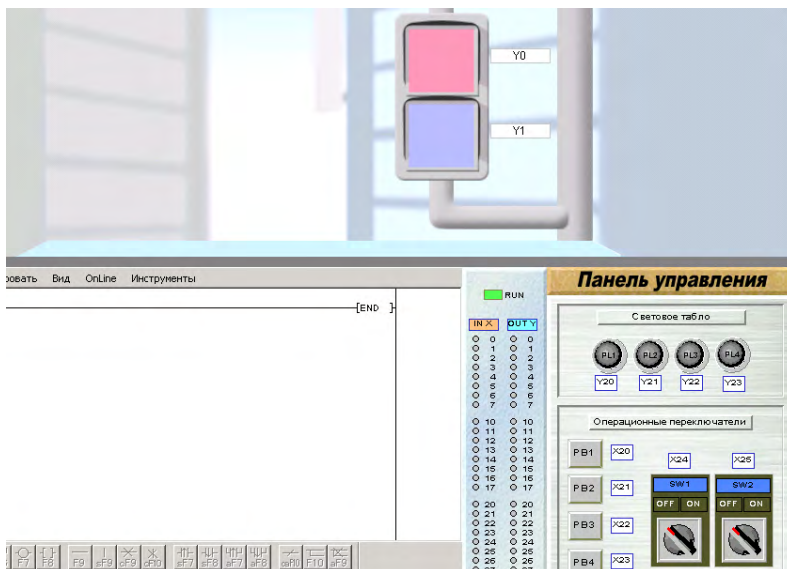


Рисунок 3.4 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению С-3

Задание

3.1. Следуя приведенным в Окне навигатора инструкциям, набрать управляющую программу для реализации поставленной задачи мерцания Зеленого сигнала светофора:

а) На **Панели управления** установите в состояние *ON* тумблер *SW1 (X24)*.

б) После 2 секунд, отсчитанных таймером *T3*, загорится сигнал *Зеленого цвета (Y1)*.

в) Сигнал *Зеленого цвета (Y1)* остается зажженным в течение 4 секунд, отсчитанных *T4*.

д) Впоследствии, *Зеленый сигнал (Y1)* будет мерцать, оставаясь в состоянии *OFF* в течение 2 секунд и в состоянии *ON* в течение 4 секунд.

Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D-графической имитации**.

Структурная схема системы управления к упражнению С-3

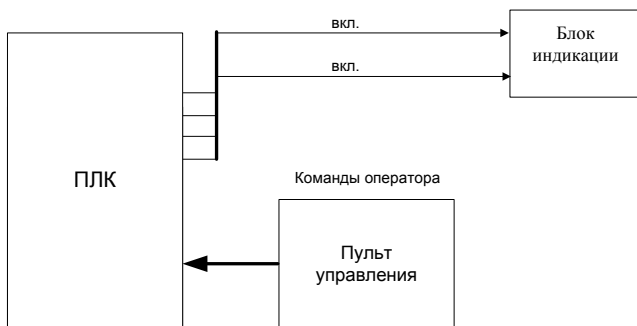


Рисунок 3.5 – Структурная схема СУ к упражнению С-3

Схема подключения ПЛК к упражнению С-3

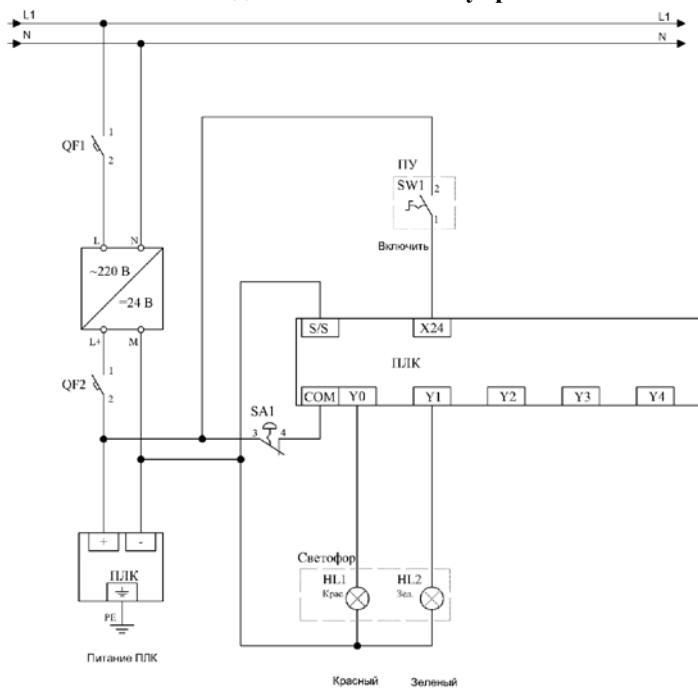


Рисунок 3.6 – Схема подключения СУ (упражнение С-3)

L1 – однофазный источник питания (220 В, 50 Гц)
 GV1 – источник питания постоянного тока +24 В
 PE – провод заземления
 QF1, QF2 – автоматические выключатели
 HL1 – лампа красного цвета
 HL2 – лампа зеленого цвета
 SW1 – тумблер включения на панели управления
 SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

4. Упражнение С-4 – Основная программа счета

На рисунке 3.7 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

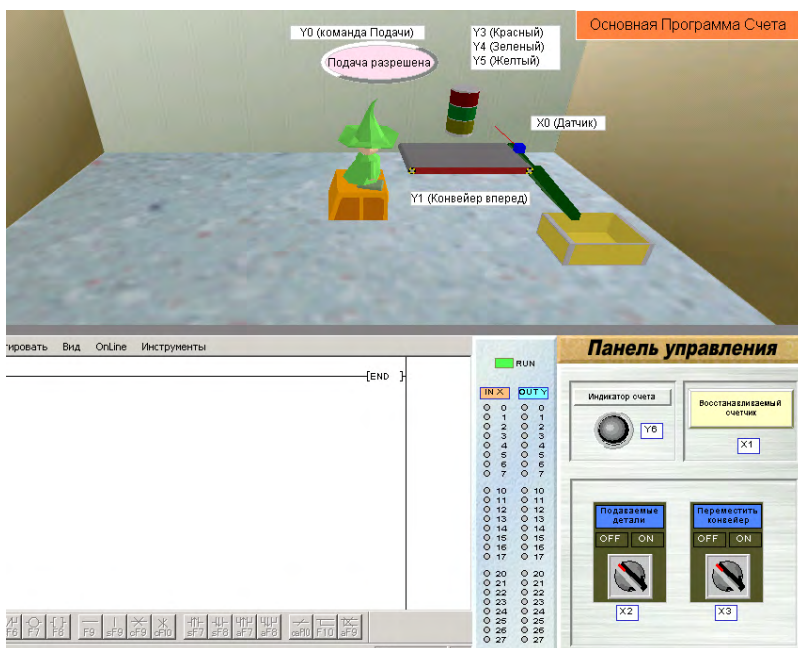


Рисунок 3.7 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению С-4

Тумблер *X2* на **Панели управления** в состоянии *ON* включает лампу индикации *Поддача разрешена (Y0)* для работника. Тумблер *X3* управля-

ет пуском-остановом конвейера с выхода $Y1$ контроллера в положениях *ON/OFF* соответственно. Датчик $X0$ фиксирует прохождение детали по конвейеру. По сигналам от датчика происходит срабатывание внутреннего счетчика контроллера ($C0$). При достижении счетчиком заданного значения 10 загорается *Индикатор счета* ($Y6$) на **Панели управления**. Обнуление счетчика происходит при нажатии на кнопку *Обнуление счетчика* ($X1$).

Для реализации поставленной задачи счета деталей предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 3.8.

Основным управляющим элементом системы является программируемый логический контроллер, который по сигналам датчика реализует управление технологическим оборудованием. Датчик $D1$ регистрирует прохождение деталей, выходные сигналы датчика поступают на входы контроллера, программно обрабатываются и иницируют работу счетчика деталей. Конвейер приводится в движение трехфазным асинхронным двигателем с релейно-контактной *СУ*. С выходов контроллер иницирует запуск и остановку конвейера.

Схема подключения *СУ* приведена на рисунке 3.9.

Задание

Теоретические сведения по назначению счетчиков, их классификации, инициализации и примерам использования приведены в разделе 11 «Язык релейно-контактных схем (LD)» главе 3 «Программирование счетчика. Команда COUNTER» первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами».

4.1. Следуя приведенным в Окне навигатора инструкциям, набрать управляющую программу для реализации поставленной задачи счета деталей:

а) На **Панели управления** переключите тумблеры *Подача деталей* ($X2$) и *Продвижение конвейера* ($X3$) в состояние *ON*.

б) Текущее значение счетчика ($C0$) должно возрастать с каждым прохождением детали мимо датчика $X0$.

с) Заданное для счетчика значение ($C0$) - $K10$, поэтому, когда текущее значение достигнет 10, загорится *Индикатор счета* ($Y6$) на **Панели управления**.

д) Когда будет нажата кнопка *Обнуление счетчика* ($X1$), текущее значение счетчика ($C0$) установится в 0.

Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

Структурная схема системы управления к упражнению С-4

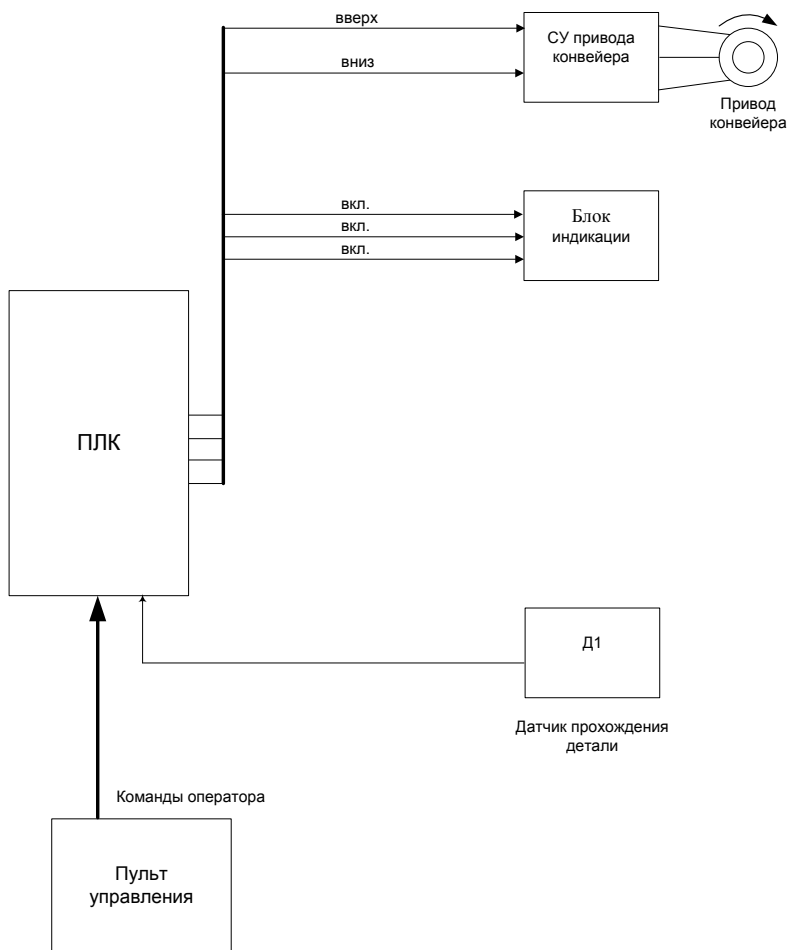
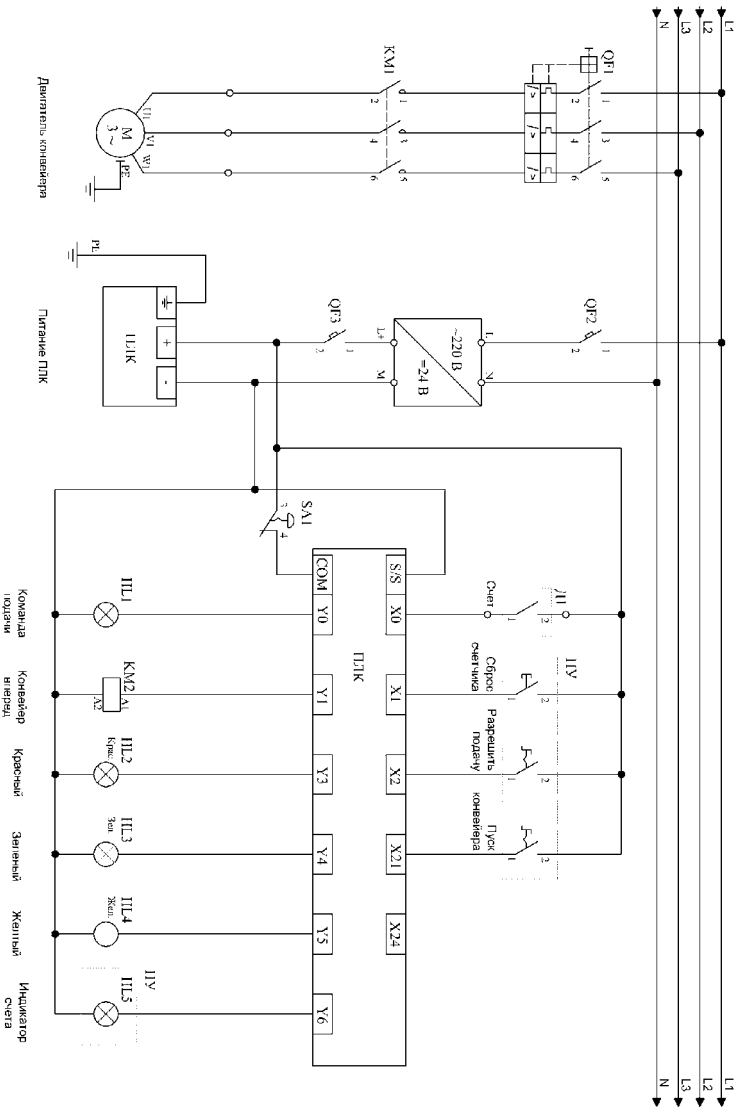


Рисунок 3.8 – Структурная схема СУ к упражнению С-4



L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)
GV1 – источник питания постоянного тока +24 В
PE – провод заземления
QF1 – автоматический выключатель для двигателя с тепловым реле
QF2, QF3 – автоматические выключатели
KM1 – контактор для управления двигателем
SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)
Д1 – датчик обнаружения детали
HL1, HL2, HL3, HL4, HL5 – световая сигнализация

Контрольные вопросы

1. Какие виды таймеров вы знаете и как они работают?
2. Синтаксис инициализации таймера.
3. Что такое дискретность внутреннего времени таймера?
4. Перечислите виды погрешностей таймеров.
5. Назначение и виды счетчиков.
6. Синтаксис инициализации счетчика.
7. Какие бывают счетчики по способу обработки импульсов?
8. Усовершенствуйте записанную программу из упражнения С-1 таким образом, чтобы в процессе открытия двери горела лампа *Зеленого цвета (Y6)*, а в процессе закрытия двери горела лампа *Красного цвета (Y5)*.

Измените записанную программу из упражнения С-3 так, чтобы сигналы *Зеленого (Y1)* и *Красного (Y0) цвета* мерцали попеременно с интервалом 1 с.

Лабораторная работа № 4 УПРАВЛЕНИЕ СИГНАЛАМИ СВЕТОФОРОВ И УСТРОЙСТВОМ ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ПЕШЕХОДА ИЛИ АВТОМОБИЛЯ. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ В СООТВЕТСТВИИ С СИГНАЛАМИ ДАТЧИКОВ

Цель работы

Самостоятельно создать программное обеспечение для заданных в упражнениях D-2 и D-6 СУ, используя изученные ранее инструкции, применяемые при программировании контроллеров.

1. Упражнение D-2 – Управление сигналами светофоров и устройством звуковой сигнализации при обнаружении пешехода или автомобиля

На рисунке 4.1 показано виртуальное оборудование: 2 светофора (для пешехода и автомобиля) и устройство звуковой сигнализации, которое срабатывает в случае, если автомобиль более 10с находится в так называемой активной зоне ворот (участок между датчиками X2 и X3). Ворота на рисунке 4.1 не показаны, т.к. задачей упражнения является управление светофорами и устройством звуковой сигнализации, но не открытием-закрытием ворот. Датчики *Человек у ворот (X0)* и *Человек за воротами (X1)*, *Автомобиль у ворот (X2)* и *Автомобиль за воротами (X3)* призваны контролировать местонахождение пешехода и автомобиля соответственно.



Рисунок 4.1 – Виртуальное оборудование к упражнению D-2

Для управления предложенным в упражнении D-2 виртуальным оборудованием предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 4.2.

Структурная схема системы управления к упражнению D-2

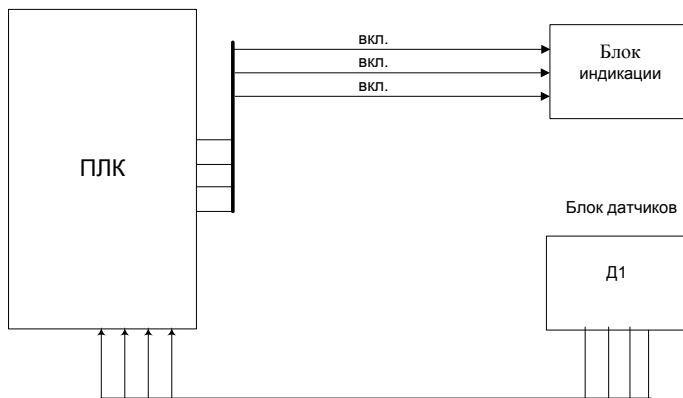


Рисунок 4.2 – Структурная схема СУ к упражнению D-2

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам блока датчиков реализует управление виртуальным оборудованием. Блок датчиков регистрирует местонахождение пешехода или автомобиля, выходные сигналы датчиков поступают на входы контроллера, программно обрабатываются, и с выходов ПЛК осуществляется управление сигналами светофоров и устройством сигнализации.

Схема подключения СУ приведена на рисунке 4.3.

Задание

Теоретические сведения о таймерах, использование которых необходимо при написании программы управления предложенным оборудованием, приведены в разделе 11 «Язык релейно-контактных схем (LD)» главе 4 «Программирование таймера. Команда TIMER» первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами».

1.1. Разработать управляющую программу для управления сигналами светофоров и устройством звуковой сигнализации при обнаружении пешехода или автомобиля с учетом следующих условий:

Со стороны человека

а) Когда датчик *Человек у ворот (X0)* обнаруживает человека, загорается сигнал *Зеленого цвета (Y1)* светофора.

б) Спустя 5 секунд после того, как датчик *Человек за воротами (X1)* обнаружит прохождение человека, сигнал *Зеленого цвета (Y1)* гаснет.

Со стороны автомобиля

а) Когда датчик *Автомобиль у ворот (X2)* обнаруживает автомобиль, загорается сигнал *Зеленого цвета (Y4)* светофора.

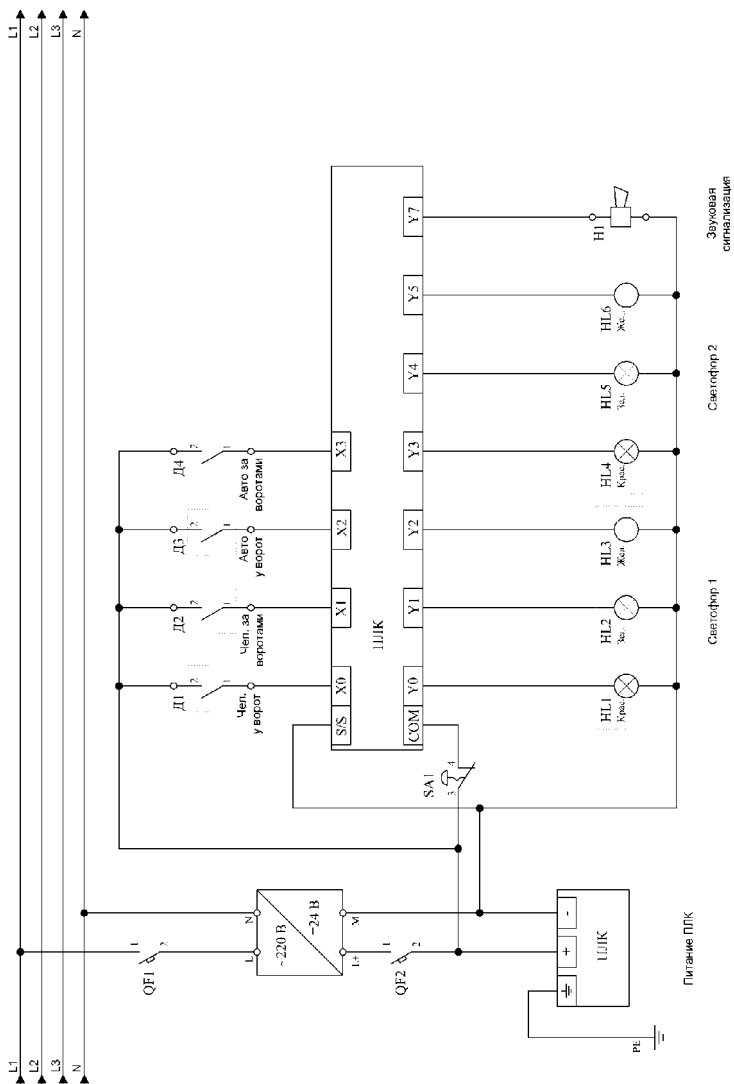
б) Спустя 5 секунд после того, как датчик *Автомобиль за воротами (X3)* обнаружит прохождение автомобиля, проблесковый сигнал *Зеленого цвета (Y4)* гаснет.

в) Если автомобиль не пересечет пространство между датчиками *X2* и *X3* в течение 10 секунд, то загорается сигнал *Красного цвета (Y3)* светофора и срабатывает *Устройство звуковой сигнализации (Y7)*.

г) Как только автомобиль минует датчик *Автомобиль за воротами (X3)*, сигнал *Красного цвета* светофора (*Y3*) гаснет и *Устройство звуковой сигнализации (Y7)* отключается.

1.2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации.**

1.3. Разработать схему алгоритма управляющей программы.



L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)

GV1 – источник питания постоянного тока +24 В
 PE – провод заземления
 QF1, QF2 – автоматические выключатели
 Д1, Д2 – датчики обнаружения человека
 Д3, Д4 – датчики обнаружения автомобиля
 Н1 – звонок (звуковая сигнализация)
 HL1...HL6 – световая сигнализация
 SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

2. Упражнение D-6 – Управление технологическим оборудованием в соответствии с сигналами датчиков

На рисунке 4.4 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

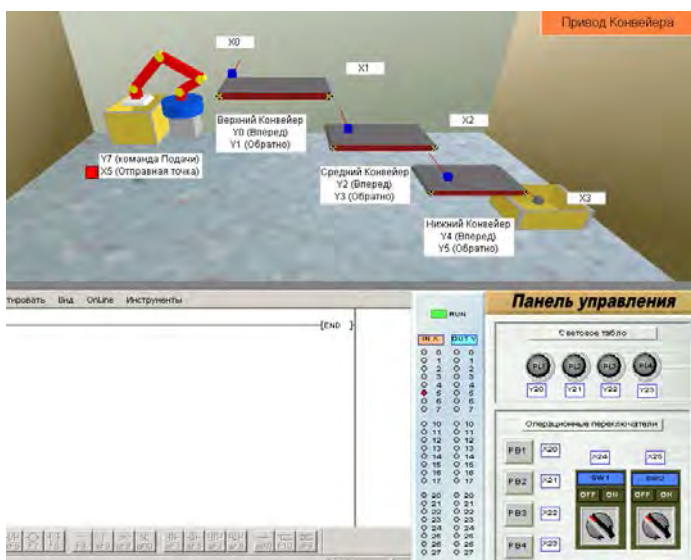


Рисунок 4.4 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению D-6

Кнопка *PB1* (вход *X20* контроллера) на **Панели управления** задает для робота с выхода *Y7* управляющий сигнал подачи детали на конвейер при условии, что робот находится в отправной точке (нормально открытый контакт входа *X5* контроллера замкнут). Датчик *X0*, обнаружив деталь,

выдает сигнал *Верхний конвейер вперед* ($Y0$). Датчик $X1$, обнаружив деталь, выдает сигнал *Средний конвейер вперед* ($Y2$) и останавливает верхний конвейер с выхода $Y0$ контроллера. Датчик $X2$, обнаружив деталь, выдает сигнал *Нижний конвейер вперед* ($Y4$) и останавливает средний конвейер с выхода $Y2$ контроллера. Когда датчик $X3$ обнаруживает деталь, он выдает сигнал на останов нижнего конвейера с выхода $Y4$ контроллера и *Команду подачи* ($Y7$) для робота, при условии, что последний находится в отправной точке.

Для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 4.5.

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам блока датчиков реализует управление технологическим оборудованием. Выходные сигналы датчиков поступают на входы контроллера. Обработка сигналов датчиков осуществляется программно. Конвейеры приводятся в движение трехфазными асинхронными двигателями с релейно-контактной СУ. С выходов контроллер инициирует запуск и остановку конвейеров. Запуск программы промышленного робота осуществляется с выхода контроллера сигналом, поступающим на вход системы управления роботом. Дальнейшая работа ПР осуществляется по составленной для него программе. По окончании цикла загрузки и возврату в исходную позицию с СУ ПР выдается сигнал “Конец цикла”, поступающий на вход ПЛК.

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведены на рисунке 4.6, 4.7.

Структурная схема системы управления к упражнению D-6

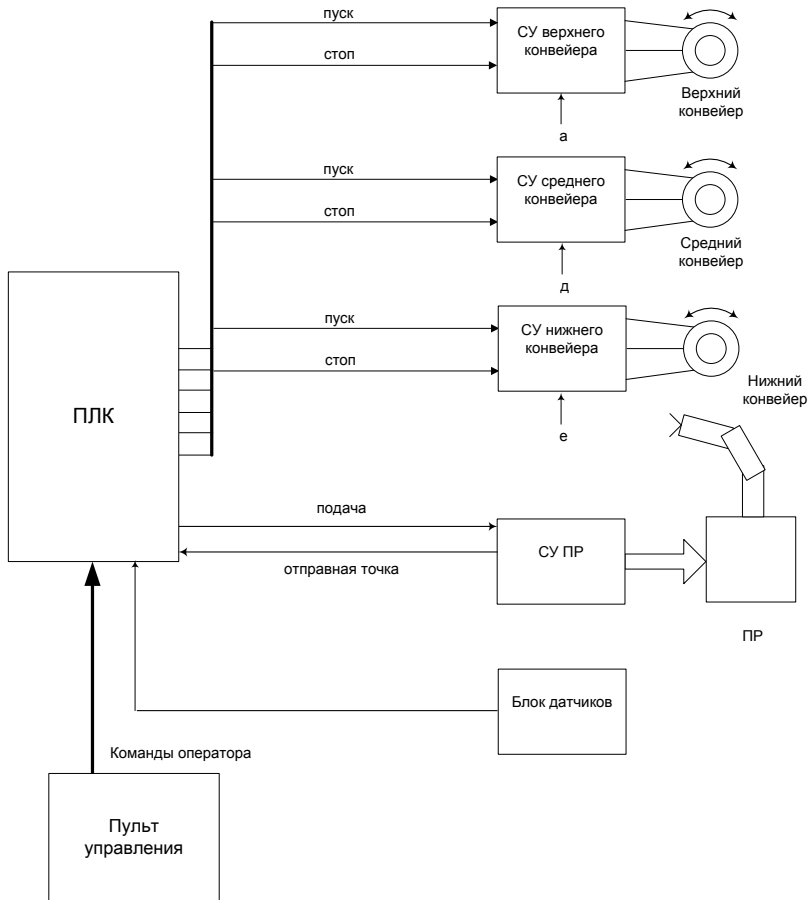


Рисунок 4.5 – Структурная схема СУ к упражнению D-6

Задание

2.1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием в соответствии с сигналами датчиков с учетом следующих условий:

а) Когда на **Панели управления** нажата *кнопка PBI (X20)*, роботу выдается *Команда Подачи (Y7)*, при условии, что робот находится в *Отправной точке (X5)*. При отпускании кнопки *PBI (X20)* *Команда Подачи (Y7)* защелкивается на период, пока робот не возвратится в *Отправную точку (X5)*.

б) Когда датчик *X0* обнаруживает деталь, выдается команда *Верхний конвейер вперед (Y0)*.

с) Когда датчик *X1* обнаруживает деталь, выдается команда *Средний конвейер вперед (Y2)* и осуществляется останов верхнего конвейера (*Y0*).

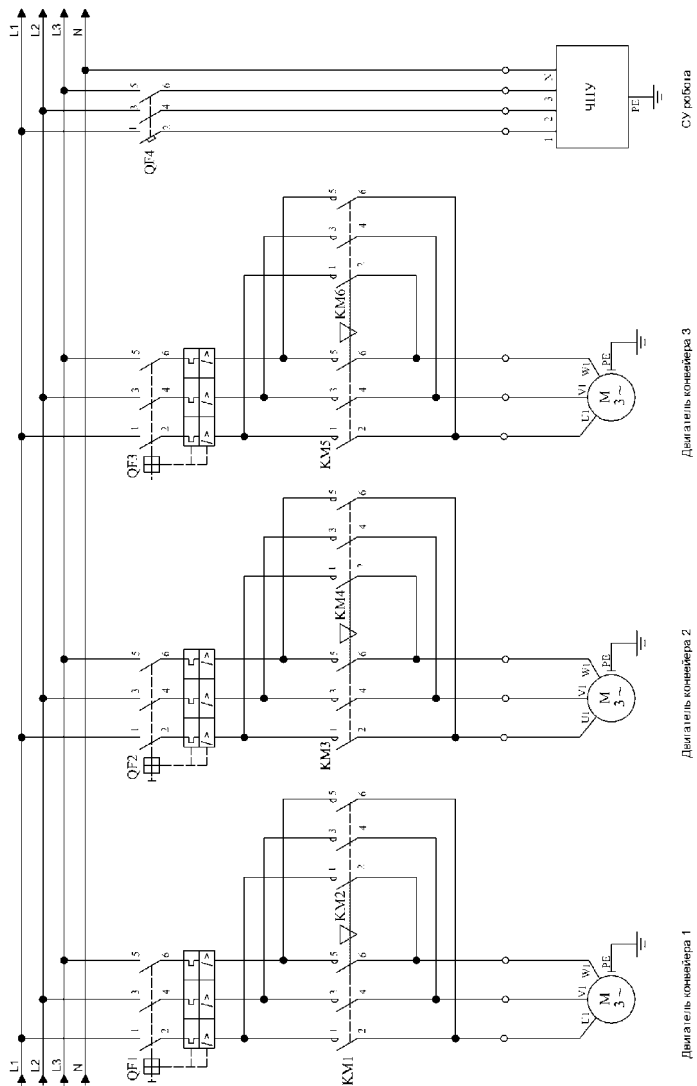
д) Когда датчик *X2* обнаруживает деталь, подается команда *Нижний конвейер вперед (Y4)* и осуществляется останов среднего конвейера (*Y2*).

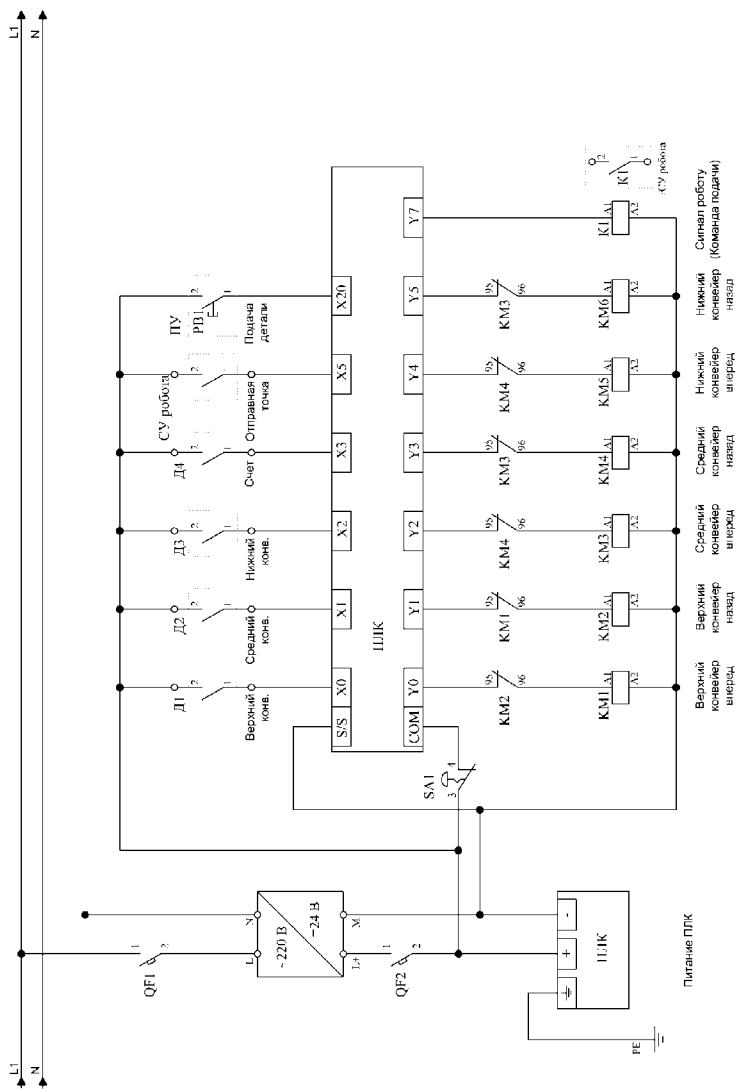
е) Когда датчик *X3* обнаруживает деталь, подается команда на останов нижнего конвейера (*Y4*).

ф) Если датчик *X3* перешел в состояние *ON*, то роботу выдается *Команда подачи (Y7)* и выполняется передача очередной детали на конвейер, при условии, что робот находится в *Отправной точке (X5)*.

2.2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D -графической имитации**.

Разработать схему алгоритма управляющей программы.





L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)

GV1 – источник питания постоянного тока +24В

PE – провод заземления

QF1, QF2, QF3 – автоматические выключатели для двигателей с тепловыми реле

QF4 – автоматический выключатель

KM1 – контактор для управления двигателем верхнего конвейера (вперед)

KM2 – контактор для управления двигателем верхнего конвейера (реверс)

KM3 – контактор для управления двигателем среднего конвейера (вперед)

KM4 – контактор для управления двигателем среднего конвейера (реверс)

KM5 – контактор для управления двигателем нижнего конвейера (вперед)

KM6 – контактор для управления двигателем нижнего конвейера (реверс)

K1 – реле для подачи управляющего сигнала роботу

D1...D4 – датчики положения детали

PB1 – кнопка на панели управления

SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

Контрольные вопросы

1. В чем заключается различие между нормально закрытым и нормально открытым контактами?

2. Какой из контактов, нормально закрытый или нормально открытый, должен соответствовать кнопке аварийного останова системы и почему?

3. Опишите структуру ПЛК и назначение его компонентов, как существующих физически, так и моделируемых.

4. С помощью каких устройств при необходимости может быть расширен ПЛК?

5. Усовершенствуйте созданную в упражнении D-2 программу таким образом, чтобы устройство звуковой сигнализации срабатывало, если пешеход находится в активной зоне ворот (участок между датчиками X0 и X1) более 20 с.

Измените созданную в упражнении D-6 программу таким образом, чтобы технологическое оборудование прекращало работу в случае, когда поддон с деталями будет наполнен (емкость поддона 7 деталей).

Лабораторная работа № 5

УПРАВЛЕНИЕ СИГНАЛАМИ СВЕТОФОРА. СОРТИРОВКА ДЕТАЛЕЙ ПО РАЗМЕРУ

Цель работы

Самостоятельно создать программное обеспечение для заданных в упражнениях D-3 и D-4 СУ, используя изученные ранее инструкции, применяемые при программировании контроллеров.

1. Упражнение D-3 – Управление сигналами светофора

На рисунке 5.1 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК и кнопкой *PB1*, по нажатию которой стартует процесс управления сигналами светофора.

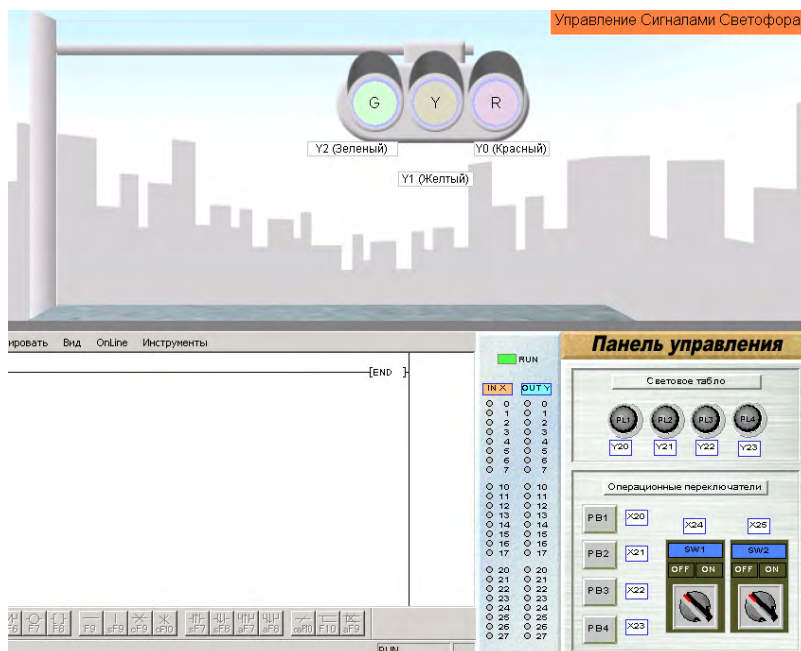


Рисунок 5.1 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению D-3

Структурная схема СУ для реализации поставленной задачи управления сигналами светофора показана на рисунке 5.2.

Структурная схема системы управления к упражнению D-3



Рисунок 5.2 – Структурная схема СУ к упражнению D-3

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который согласно состоянию опрашиваемых входов по записанной в память программе изменяет состояние выходов, т.е. реализует управление сигналами светофора.

Схема подключения СУ приведена на рисунке 5.3.

Схема подключения СУ (упражнение D-3)

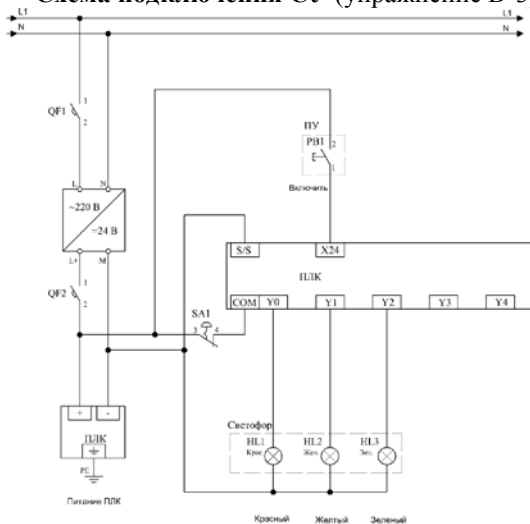


Рисунок 5.3 – Схема подключения СУ (упражнение D-3)

Задание

Теоретические сведения о таймерах, использование которых необходимо при написании программы управления предложенным оборудованием, приведены в разделе 11 «Язык релейно-контактных схем (LD)» главе 4 «Программирование таймера. Команда TIMER» первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами».

1.1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи управления сигналами светофора с учетом следующих условий:

а) Процесс стартует по нажатию на **Панели управления** кнопки *PВ1 (X20)*.

б) После запуска в течение 10 секунд горит сигнал *Красного цвета (Y0)*.

с) Сигнал *Красного цвета (Y0)* гаснет через 10 секунд. Загорается сигнал *Желтого цвета (Y1)* и горит в течение 5 секунд.

д) Сигнал *Желтого цвета (Y1)* гаснет, загорается сигнал *Зеленого цвета (Y2)* и горит в течение 10 секунд, затем гаснет.

е) Процедура функционирования продолжается, начиная с шага б).

1.2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

Разработать схему алгоритма управляющей программы.

L1 – однофазный источник питания (220 В, 50 Гц)
 GV1 – источник питания постоянного тока +24 В
 PE – провод заземления
 QF1, QF2 – автоматические выключатели
 HL1 – лампа красного цвета
 HL2 – лампа желтого цвета
 HL3 – лампа зеленого цвета
 PB1 – кнопка включения на панели управления
 SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

2. Упражнение D-4 – Сортировка деталей по размеру

На рисунке 5.4 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

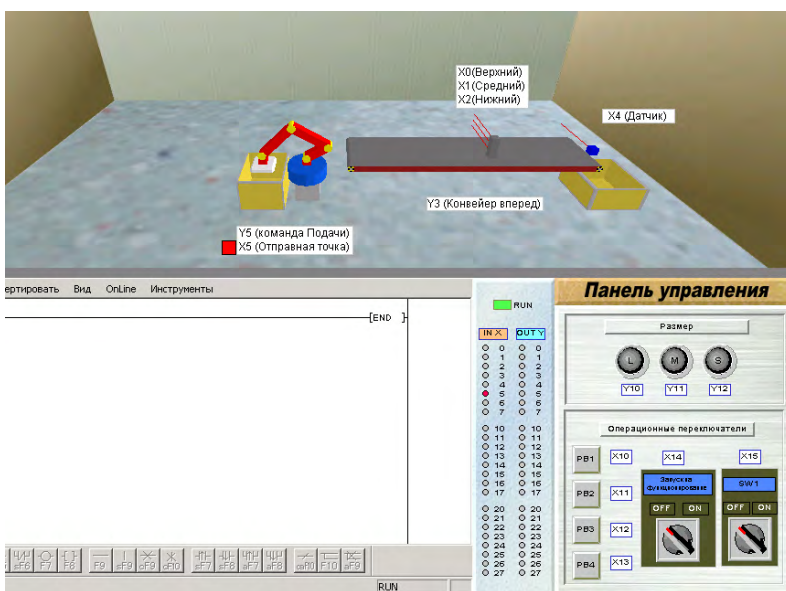


Рисунок 5.4 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению D-4

Кнопка *PB1* (вход *X10* контроллера) на **Панели управления** в состоянии *ON* задает для робота с выхода *Y5* управляющий сигнал подачи детали на конвейер. Тумблер *X14* управляет пуском-остановом конвейера с выхода *Y3* контроллера в положениях *ON/OFF* соответственно. Датчики *X0*, *X1*, *X2* фиксируют прохождение деталей большой, средней и малой величины соответственно. По сигналу от соответствующего датчика загорается одна из ламп индикации на **Панели управления**: *Y10* для больших, *Y11* для средних и *Y12* для малых деталей. Лампы гаснут, когда датчик *X4* зафиксировывает прохождение детали по конвейеру.

Для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 5.5.

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам блока датчиков реализует управление технологическим оборудованием. Выходные сигналы датчиков поступают на входы контроллера. Обработка сигналов датчиков осуществляется программно. Конвейер приводится в движение трехфазным асинхронным двигателем с релейно-контактной СУ. С выходов контроллер инициирует запуск и остановку конвейера. Запуск программы промышленного робота осуществляется с выхода контроллера сигналом, поступающим на вход системы управления роботом. Дальнейшая работа ПР осуществляется по составленной для него программе. По окончании цикла загрузки и возврату в исходную позицию с СУ ПР выдается сигнал “Конец цикла”, поступающий на вход ПЛК.

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведены на рисунках 5.6, 5.7.

Задание

Теоретические сведения по операторам управления по фронтам входных сигналов LDP/LDF приведены в разделе 11 «Язык релейно-контактных схем (LD)» главе 1 «Основные команды» первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами», по операторам генерации одиночных импульсов по фронтам входных сигналов PLF/PLS – в главе 5 «Программирование одиночных импульсов. Команды (PLF) и (PLS)», по программированию внутреннего реле – в главе 2 «Программирование внутреннего реле».

2.1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи сортировки деталей в соответствии с сигналами различных датчиков с учетом следующих условий:

а) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PВ1 (X10)*, переходит в *ON Команда подачи (Y5)* для работа. Если кнопка *PВ1 (X10)* отпущена, *Команда подачи (Y5)* переходит в *OFF*.

б) Когда на **Панели управления** тумблер *Запуск на функционирование (X14)* установлен в положение *ON*, подается команда *Конвейер вперед (Y3)*. Когда тумблер *Запуск на функционирование (X14)* установлен в положение *OFF*, подается команда на останов конвейера (*Y3*).

в) Большие, средние или мелкие детали, переносимые конвейером, сортируются в соответствии с состоянием входов датчиков *Верхний (X0)*, *Средний (X1)* и *Нижний (X2)* и затем загораются соответствующие лампы *Большой (Y10)*, *Средней (Y11)* или *Малой величины (Y12)*.

г) Лампы загораются сразу же после того, как датчик классифицирует деталь и гаснут, когда деталь проходит датчик (*X4*).

2.2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**.

Разработать схему алгоритма управляющей программы.

Структурная схема системы управления к упражнению D-4

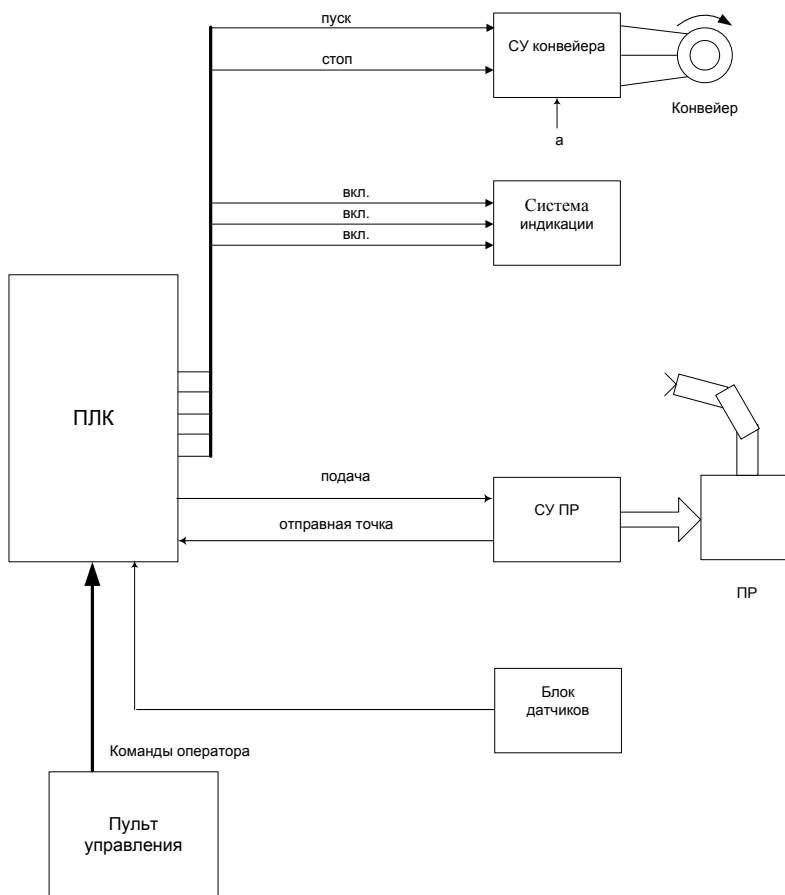
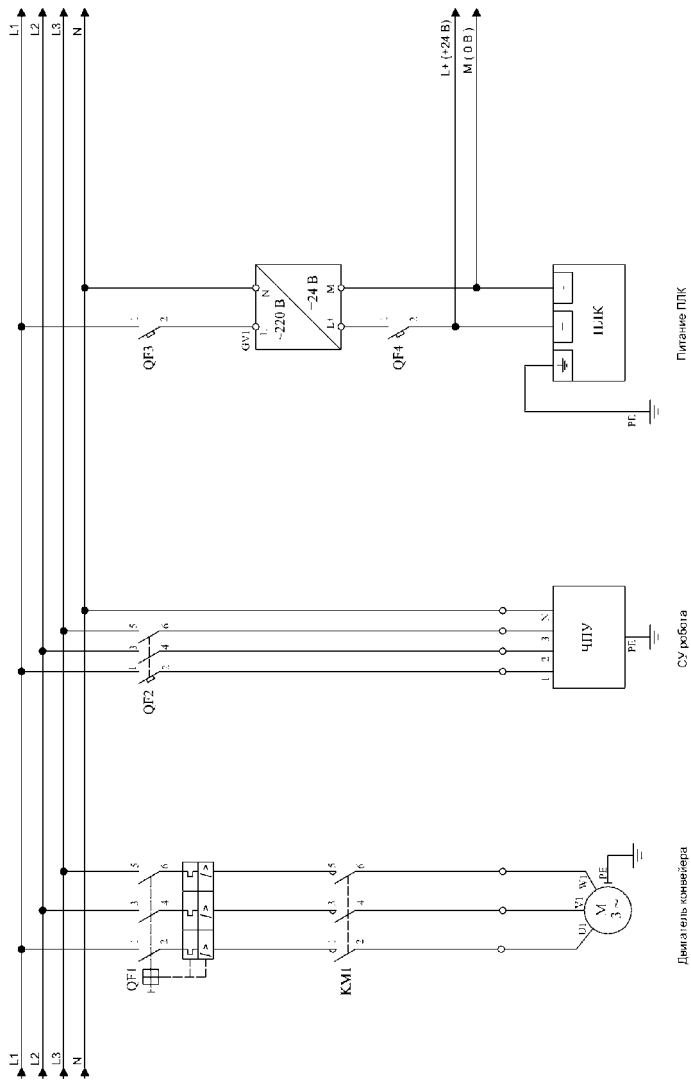
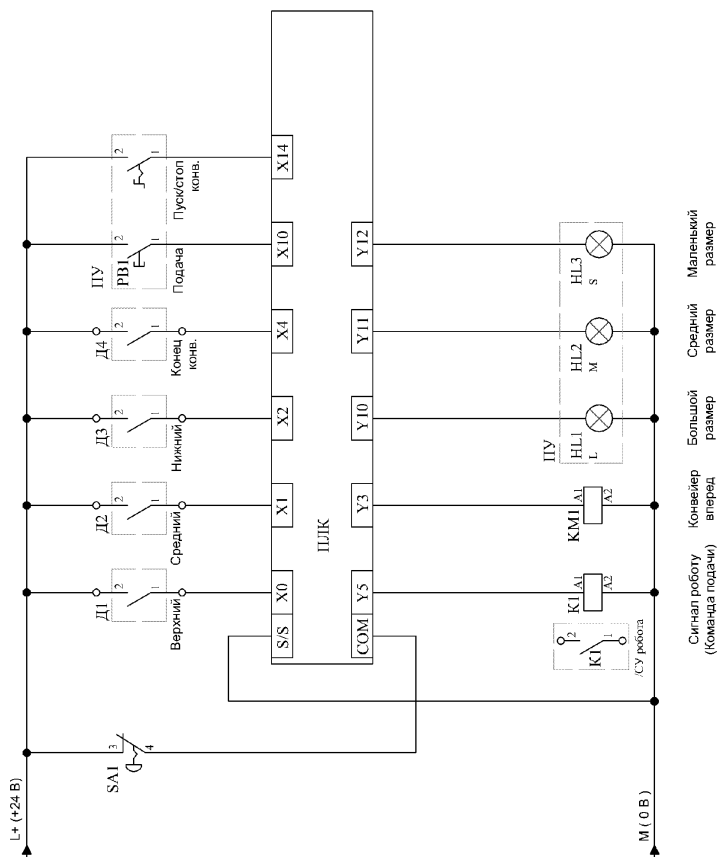


Рисунок 5.5 – Структурная схема СУ к упражнению D-4





L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)

GV1 – источник питания постоянного тока +24 В
 PE – провод заземления
 QF1 – автоматический выключатель для двигателя с тепловым реле
 QF2...QF4 – автоматические выключатели
 KM1 – контактор для управления двигателем
 K1 – реле для подачи управляющего сигнала роботу
 SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)
 Д1...Д4 – датчики положения детали
 PB1 – кнопка на панели управления
 «Запуск на функционирование» – тумблер на панели управления

Контрольные вопросы

1. Опишите 4 основных шага в цикле обработки программы контроллером.

2. Почему очень важное значение имеет обнуление данных при инициализации системы?

3. Из каких параметров складывается понятие «быстродействие ПЛК»?

4. Какие варианты решения проблемы недостаточно высокого быстродействия Вы знаете?

5. Каково оптимальное время продолжительности импульса и почему?

6. Измените созданную в упражнении D-3 программу таким образом, чтобы после подачи сигнала на запуск функционирования (нажатие кнопки *PB1 (X20)* на **Панели управления**) цикл управления сигналами светофора отработывался 3 раза, а затем все сигналы гасли.

Усовершенствуйте созданную в упражнении D-4 программу таким образом, чтобы управляющий сигнал подачи детали на конвейер (*Y5*) для работа срабатывал только при условии, что робот находится в *Отправной точке (X5)*.

Лабораторная работа № 6 ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ СИГНАЛОВ СВЕТОФОРА В ОТВЕТ НА НАЖАТИЕ КНОПКИ. СОРТИРОВКА ДЕТАЛЕЙ ПО РАЗМЕРУ

Цель работы

Самостоятельно создать программное обеспечение для заданных в упражнениях Е-1 и Е-2 СУ, используя изученные ранее основные инструкции, применяемые при программировании контроллеров.

Упражнение Е-1 – Переключение сигналов светофора в ответ на нажатие кнопки

На рисунке 6.1 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК и кнопкой $X10$, по нажатию которой загорается индикатор $Y10$ и запускается процесс управления сигналами светофора.

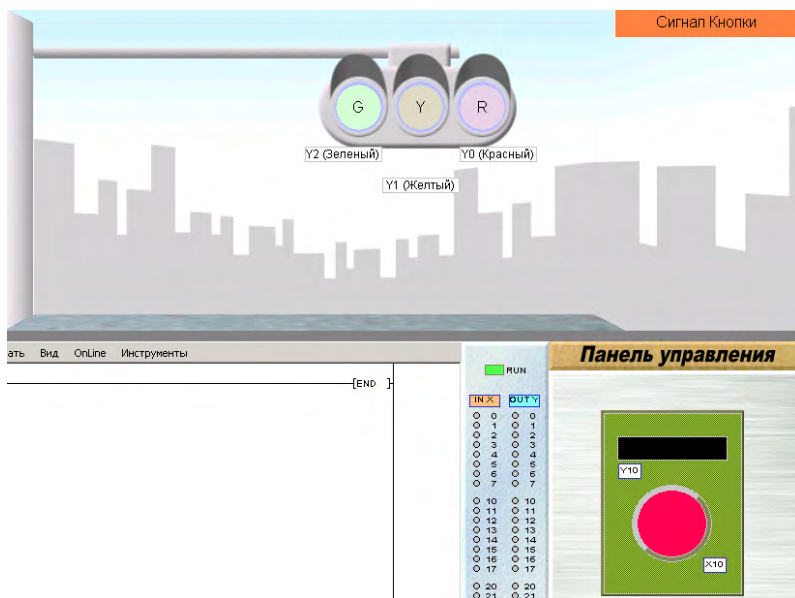


Рисунок 6.1 – Панель управления и оборудование к упражнению Е-1

Структурная схема СУ для реализации поставленной задачи управления сигналами светофора показана на рисунке 6.2.

Структурная схема системы управления к упражнению E-1

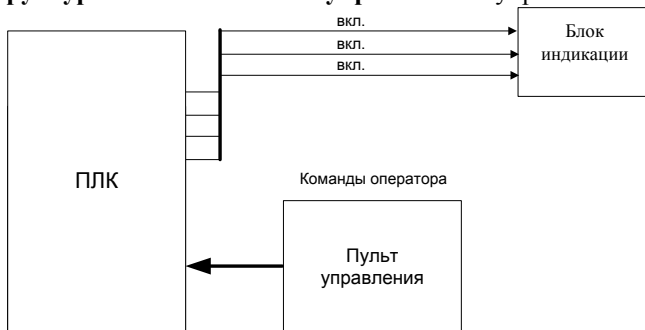


Рисунок 6.2 – Структурная схема СУ к упражнению E-1

Схема подключения СУ (упражнение E-1)

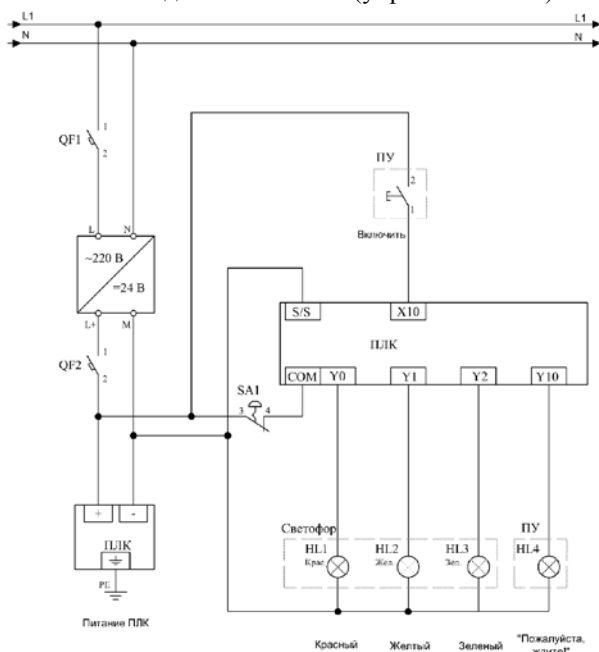


Рисунок 6.3 – Схема подключения СУ (упражнение E-1)
L1 – однофазный источник питания (220 В, 50 Гц)

GV1 – источник питания постоянного тока +24 В

PE – провод заземления

QF1, QF2 – автоматические выключатели

HL1 – лампа красного цвета

HL2 – лампа желтого цвета

HL3 – лампа зеленого цвета

HL4 – индикация на панели управления

X10 – кнопка включения на панели управления

SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией).

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который согласно состоянию опрашиваемых входов по записанной в память программе изменяет состояние выходов, т. е. реализует управление сигналами светофора.

Схема подключения СУ приведена на рисунке 6.3.

Задание

Теоретические сведения по назначению таймеров, их классификации, инициализации и примерам использования приведены в разделе 11 «Язык релейно-контактных схем (LD)» главе 4 «Программирование таймера. Команда TIMER» первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами».

1.1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи переключения сигналов светофора в ответ на нажатие кнопки с учетом следующих условий:

а) Сигнал *Красного цвета* ($Y0$) мерцает с интервалом в одну секунду.

б) Если на **Панели управления** будет нажата кнопка ($X10$), загорается индикатор *«Пожалуйста, обождите»* ($Y10$), который продолжает гореть в течение 5с после того, как кнопка ($X10$) будет отпущена.

в) После того, как через 5с индикатор *«Пожалуйста, обождите»* ($Y10$) погаснет, запускается функционирование сигналов в соответствии с последовательностью приведенной в пунктах с d) по g).

д) Пока в течение 5 секунд горит индикатор ($Y10$), продолжает мерцать сигнал *Красного цвета* ($Y0$).

е) Сигнал *Красного цвета* ($Y0$) отключается, и в течение 5 секунд горит сигнал *Желтого цвета* ($Y1$).

ф) После погасания сигнала *Желтого цвета* ($Y1$) в течение 10 секунд горит сигнал *Зеленого цвета* ($Y2$).

г) После погасания сигнала *Зеленого цвета (Y2)* включается сигнал *Красного цвета (Y0)* и мерцает с интервалом в одну секунду. Повторяется функционирование, начиная с пункта а).

1.2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**. Подтверждение соответствия программы произвести по следующим пунктам:

а) Функционирование в исходном состоянии

Результат ► сигнал *Красного цвета (Y0)* мерцает с интервалом в одну секунду (1 секунда в *ON* и 1 секунда в *OFF*).

б) Подтверждение работы кнопки (*XI0*)

Результат ► когда кнопка (*XI0*) нажата, в течение 5 секунд горит индикатор с надписью «*Пожалуйста, обождите*» (*Y10*) и сигнал *Красного цвета (Y0)* продолжает мерцать.

с) Функционирование после погасания надписи «*Пожалуйста, обождите*» (*Y10*).

Результат ► в течение 5 секунд горит сигнал *Желтого цвета (Y1)*.

д) Функционирование после погасания сигнала *Желтого цвета (Y1)*.

Результат ► в течение 10 секунд горит сигнал *Зеленого цвета (Y2)*.

е) Функционирование после погасания сигнала *Зеленого цвета (Y2)*.

Результат ► сигнал *Красного цвета (Y0)* мерцает с интервалом в одну секунду.

Для того чтобы иметь возможность повторить функционирование, следует инициализировать экран посредством щелчка на дистанционном управлении по кнопке *Reset*.

Разработать схему алгоритма управляющей программы.

2. Упражнение E-2 – Сортировка деталей по размеру.

На рисунке 6.4 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

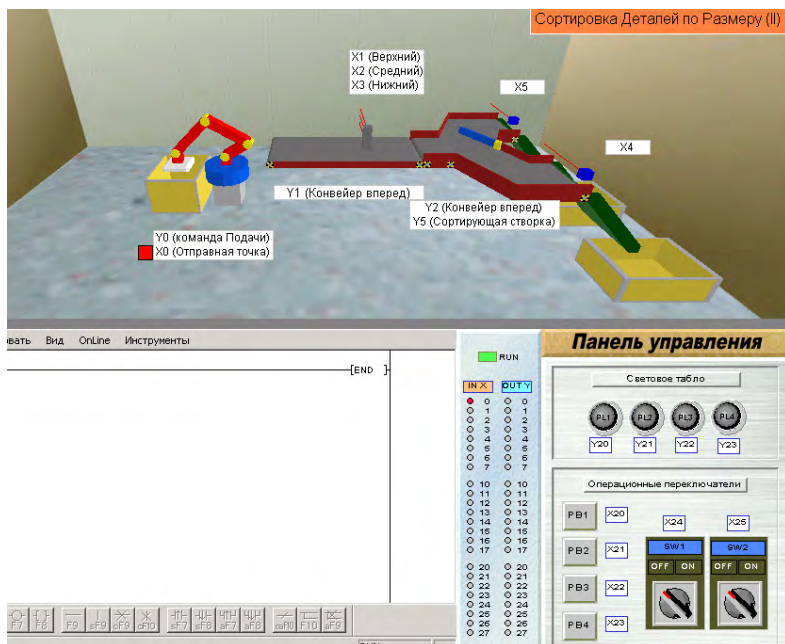


Рисунок 6.4 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению E-2

Тумблер $X24$ на **Панели управления** управляет пуском-остановом конвейеров с выходов $Y1$ и $Y2$ контроллера в положениях *ON/OFF* соответственно. Кнопка $PB1$ (вход $X20$ контроллера) задает для робота с выхода $Y0$ управляющий сигнал подачи на конвейер при условии, что робот находится в отправной точке $X0$. Сортировка деталей по размерам осуществляется по сигналам датчиков *Верхнего* ($X1$) и *Нижнего* ($X3$), которые фиксируют прохождение деталей большой и малой величины соответственно.

Для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 6.5.

Структурная схема системы управления к упражнению E-2

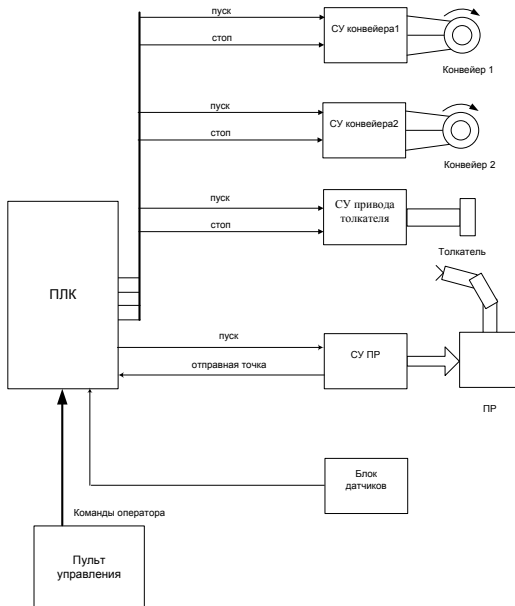


Рисунок 6.5 – Структурная схема СУ к упражнению E-2

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам блока датчиков реализует управление технологическим оборудованием. Выходные сигналы датчиков поступают на входы контроллера. Обработка сигналов датчиков осуществляется программно. Конвейеры приводятся в движение трехфазными асинхронными двигателями с релейно-контактной СУ. С выходов контроллер инициирует запуск и остановку конвейеров. Запуск программы промышленного робота осуществляется с выхода контроллера сигналом, поступающим на вход системы управления роботом. Дальнейшая работа ПР осуществляется по составленной для него программе. По окончании цикла загрузки и возврату в исходную позицию с СУ ПР выдается сигнал “Конец цикла”, поступающий на вход ПЛК.

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведены на рисунках 6.6, 6.7.

Задание

2.1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи распределения деталей в определенное место в соответствии с их размерами с учетом следующих условий:

а) Когда на **Панели управления** тумблер *SW1 (X24)* переведен в *ON*, конвейеры *Y1* и *Y2* движутся. Когда тумблер *SW1 (X24)* установлен в *OFF*, конвейеры останавливаются.

б) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PBI (X20)*, роботу выдается команда *Подачи (Y0)* при условии, что робот находится в отправной точке *X0*.

в) Робот подает детали больших и малых размеров.

д) Детали больших размеров направляются к тыловому конвейеру, а мелкие детали направляются к переднему конвейеру. Размер деталей определяется входом датчиков *Верхнего (X1)* и *Нижнего (X3)*, установленных на конвейере. Направление движения деталей по конвейеру задается положением *Сортирующей створки (Y5)*.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Для корректного выполнения программы необходимо задать условие, что только одна деталь может одновременно находиться на конвейере.

2.2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**. Подтверждение соответствия программы произвести по следующим пунктам:

а) На **Панели управления** установите в *ON* тумблер *SW1 (X24)*

Результат ► конвейеры перемещаются вправо.

б) На **Панели управления** нажмите кнопку *PBI (X20)*

Результат ► робот выполняет подачу детали.

в) Сортировка деталей

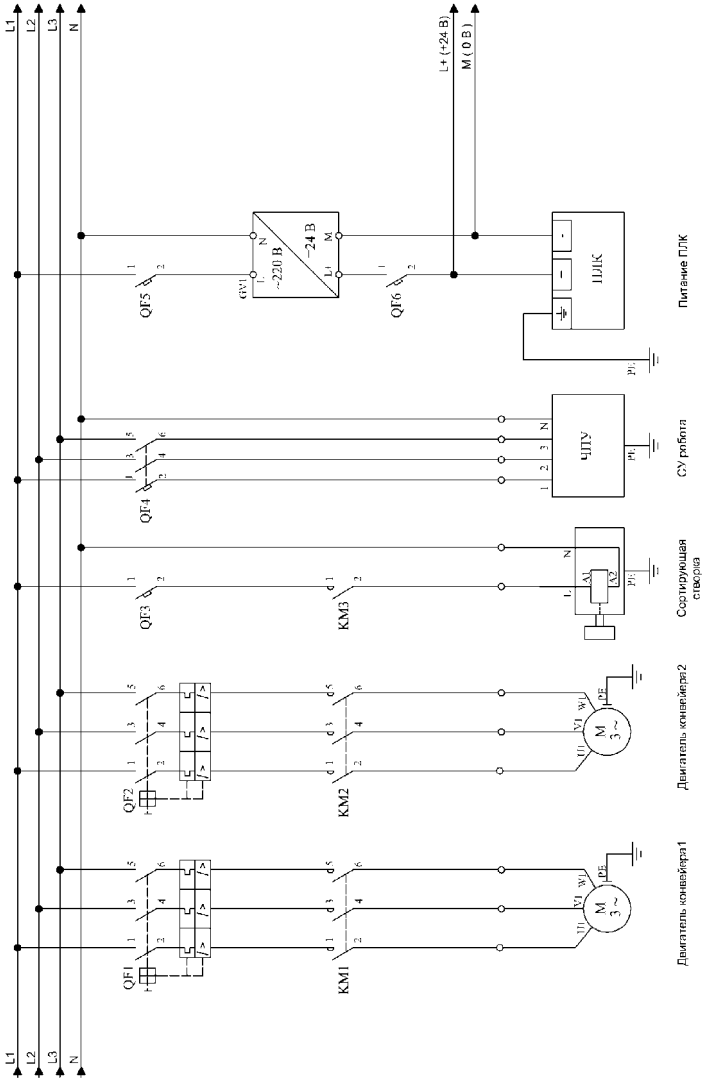
Результат ► большая деталь переносится к тыловому конвейеру.

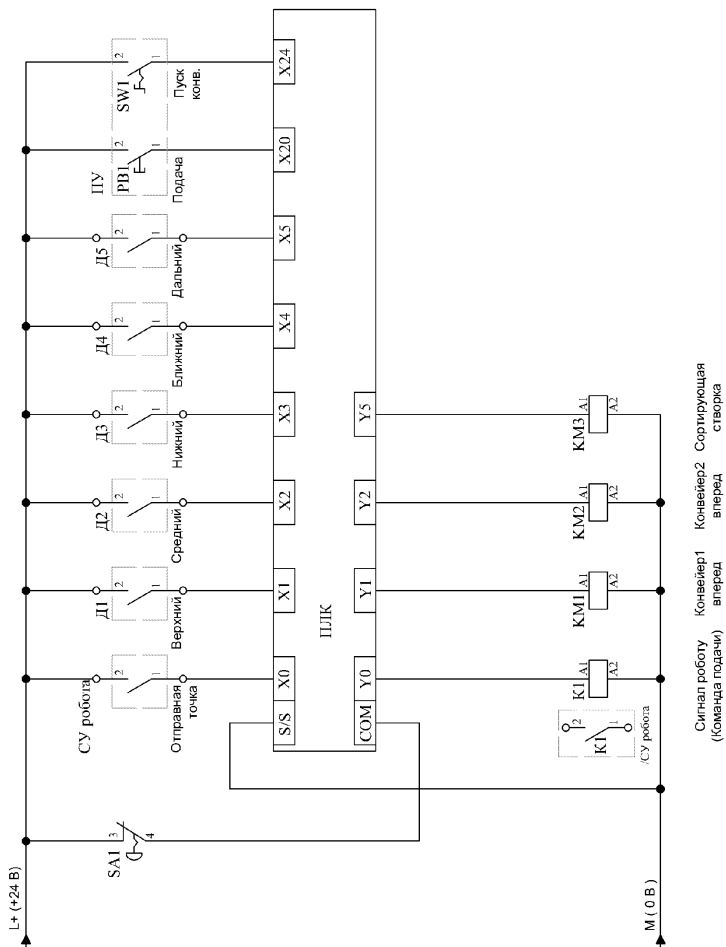
Маленькая деталь переносится к переднему конвейеру.

д) Повторение операций

Результат ► когда нажимается кнопка *PBI (X20)*, осуществляется повтор функционирования, начиная с пункта б).

Разработать схему алгоритма управляющей программы.





L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)

GV1 – источник питания постоянного тока +24 В

PE – провод заземления

QF1, QF2 – автоматический выключатель для двигателя с тепловым реле

QF3...QF6 – автоматические выключатели

KM1 – контактор для управления двигателем конвейера1

KM2 – контактор для управления двигателем конвейера2

KM3 – контактор для управления сортировочной створкой

K1 – реле для подачи управляющего сигнала роботу

Д1, Д2, Д3 – датчики определения размеров детали

Д4, Д5 – датчики положения детали

PB1 – кнопка на панели управления

SW1 – тумблер на панели управления

SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

Контрольные вопросы

1. Приведите пример использования таймера с накоплением.
2. Нарисуйте схему и временную диаграмму работы таймера с накоплением.
3. Приведите пример использования таймера с памятью.
4. Нарисуйте схемы и временные диаграммы работы таймера с памятью.
5. Из чего складывается таймер-погрешность по входу и таймер-погрешность по выходу?

Измените созданную в упражнении Е-2 программу таким образом, чтобы конвейеры $Y1$ и $Y2$ останавливались в случае, когда тыловой или передний поддон будут наполнены большими или маленькими деталями соответственно. Вместимость тылового поддона 4 детали, переднего – 6 деталей).

Лабораторная работа № 7 УПРАВЛЕНИЕ ПОДАЧЕЙ ДЕТАЛЕЙ. УПРАВЛЕНИЕ КОНВЕЙЕРОМ

Цель работы

Самостоятельно создать программное обеспечение для заданных в упражнениях Е-5 и Е-6 СУ, используя изученные ранее инструкции, применяемые при программировании контроллеров.

1. Упражнение Е-5 – Управление подачей деталей

На рисунке 7.1 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

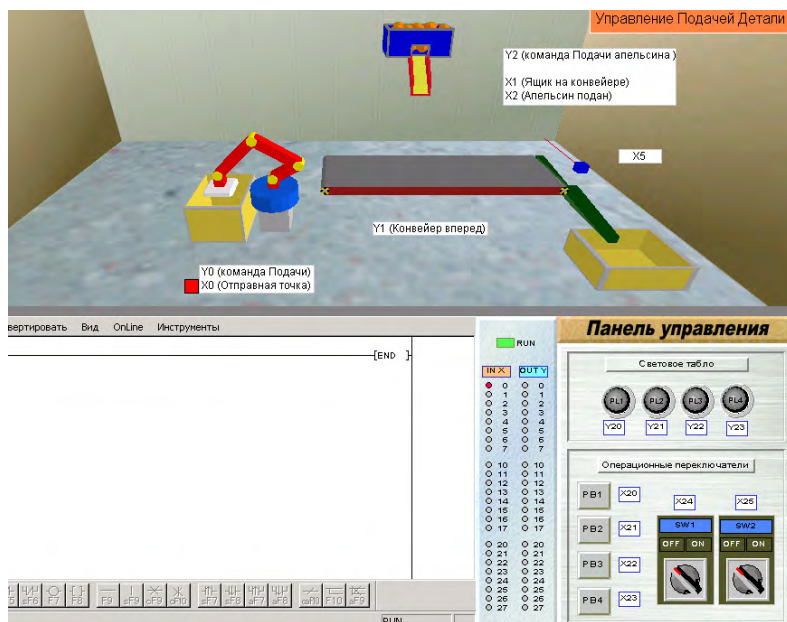


Рисунок 7.1 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению Е-5

Тумблер *SW1* на **Панели управления** (вход *X24* контроллера) управляет пуском-остановом конвейера (выход *Y1*) в положениях *ON/OFF* соответственно. Кнопка *PB1* (вход *X20* контроллера) задает для робота с выхода *Y0* управляющий сигнал подачи ящика на конвейер при условии, что робот находится в отправной точке (нормально открытый контакт входа *X0* контроллера замкнут). Датчик *X1*, обнаружив ящик на конвейере, выдает сигнал на останов конвейера и загрузку деталей в ящик (*Y2*). Вместимость ящика 5 деталей. Подсчет поданных деталей осуществляется по входу датчика *X2*. После того, как ящик наполнен, конвейер перемещает его к поддону.

Для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 7.2

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам блока датчиков реализует управление технологическим оборудованием. Выходные сигналы датчиков поступают на входы контроллера. Обработка сигналов датчиков осуществляется программно. Конвейер приводится в движение трехфазным асинхронным двигателем с релейно-контактной СУ. С выходов контроллер инициирует запуск и остановку конвейеров. Запуск программы промышленного робота осуществляется с выхода контроллера сигналом, поступающим на вход системы управления роботом. Дальнейшая работа ПР осуществляется по составленной для него программе. По окончании цикла загрузки и возврату в исходную позицию с СУ ПР выдается сигнал “Конец цикла”, поступающий на вход ПЛК.

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведена на рисунке 7.3, 7.4.

Задание

1.1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи подачи точно установленного числа деталей в ящик, расположенный на конвейере, с учетом следующих условий:

Общее управление

а) Когда на **Панели управления** тумблер *SW1* (*X24*) переведен в *ON*, конвейер движется. Когда тумблер *SW1* (*X24*) установлен в *OFF*, конвейер останавливается.

б) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PB1* (*X20*), роботу выдается *ON команда Подачи (Y0)*. *Команда Подачи (Y0)* переходит в *OFF*, когда робот уходит от отправной точки (*X0*). Когда *команда Подачи (Y0)* переходит в *ON*, робот подает ящик на конвейер.

Управление деталями

а) Когда датчик для определения *Ящик на конвейере (X1)* в устройстве линии подачи деталей перейдет в *ON*, конвейер остановится.

б) В ящик помещаются пять деталей. Ящики, содержащие по 5 деталей, переносятся к поддону справа.

с) Подача деталей осуществляется, когда *Команда подать детали (Y2)* установлена в *ON* и ведется подсчет поданных деталей по установке в *ON* входа *Поданные детали (X2)*.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Для корректного выполнения программы необходимо задать условие, что только одна деталь может одновременно находиться на конвейере.

1.2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**. Подтверждение соответствия программы произвести по следующим пунктам:

а) На **Панели управления** установите в *ON* тумблер *SW1 (X24)*

Результат ► конвейер перемещается вправо.

б) На **Панели управления** нажмите кнопку *PBI (X20)*

Результат ► робот подает ящик на конвейер.

с) Функционирование подачи деталей

Результат ► ящик останавливается под линией подачи и в него попадает точно установленное число деталей.

д) После того, как детали поданы

Результат ► конвейер движется вправо и переносит ящик к поддону.

е) Повторение операций

Результат ► когда нажата кнопка *PBI (X20)*, осуществляется повтор функционирования, начиная с пункта б).

Для того чтобы иметь возможность повторить функционирование, следует инициализировать экран посредством щелчка на дистанционном управлении по кнопке *Reset*.

Разработать схему алгоритма управляющей программы.

Структурная схема системы управления к упражнению Е-5

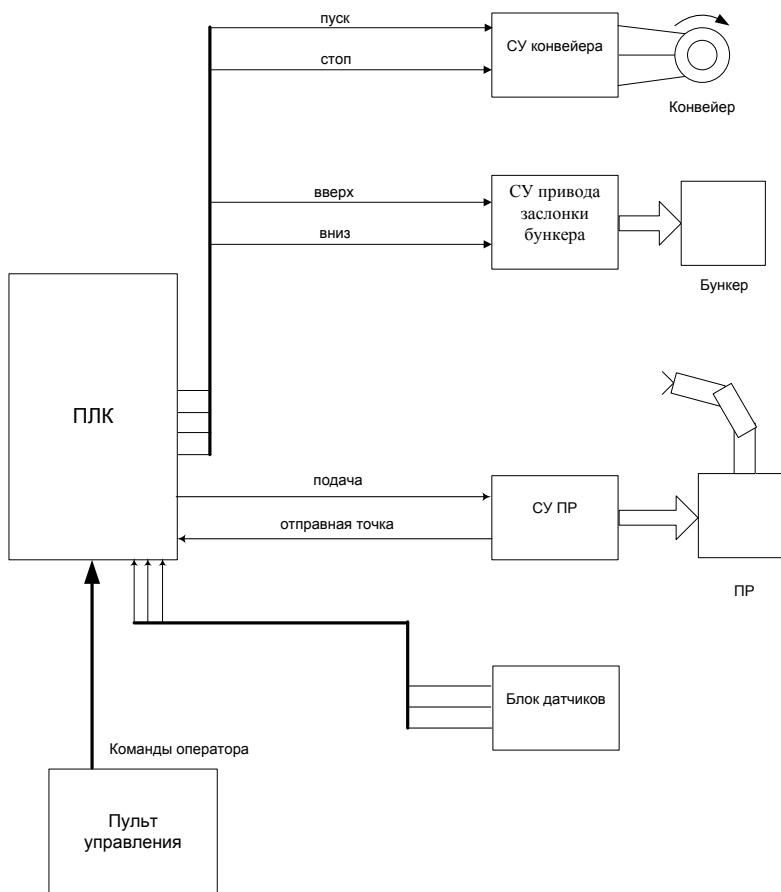
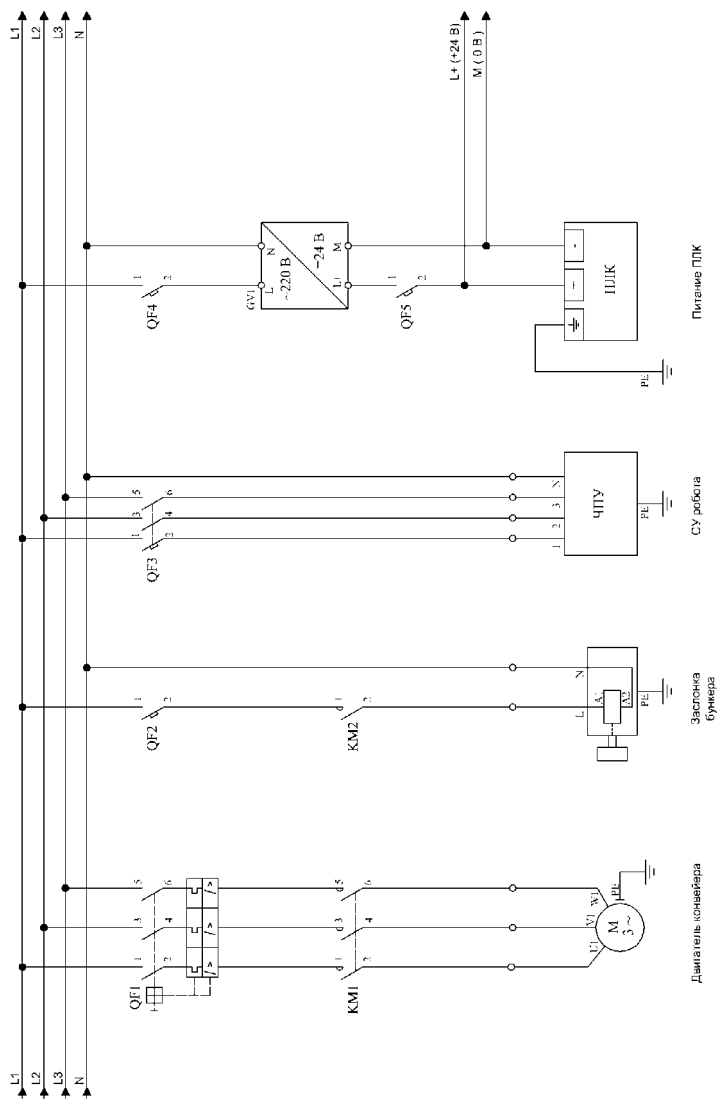


Рисунок 7.2 – Структурная схема СУ к упражнению Е-5



L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)
GV1 – источник питания постоянного тока +24 В
PE – провод заземления
QF1 – автоматический выключатель для двигателя с тепло-вым реле
QF2...QF5 – автоматические выключатели
KM1 – контактор для управления двигателем конвейера
KM2 – контактор для управления сортирующей створкой
K1 – реле для подачи управляющего сигнала роботу
Д1...Д3 – датчики положения детали
PB1 – кнопка на панели управления
SW1 – тумблер на панели управления
SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

2. Упражнение Е-6 – Управление конвейером

На рисунке 7.5 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

Кнопка *PB1* (вход *X20* контроллера) задает для загрузочной воронки с выхода *Y10* контроллера управляющий сигнал подачи детали на конвейер. При нажатии на кнопку *PB2* (*X21*) конвейер перемещает деталь вправо (*Y11*) до тех пор, пока не сработает конечный выключатель *Правосторонний предел* (*X11*), затем начинается реверсивное движение конвейера (*Y12*), которое ограничивается срабатыванием конечного выключателя *Левосторонний предел* (*X10*). Деталь находится в крайнем левом положении в течение 5 с, после чего конвейер перемещает ее вправо, пока не сработает датчик *Остановка* (*X12*), управляющий сигнал от которого останавливает конвейер.

Для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 7.6.

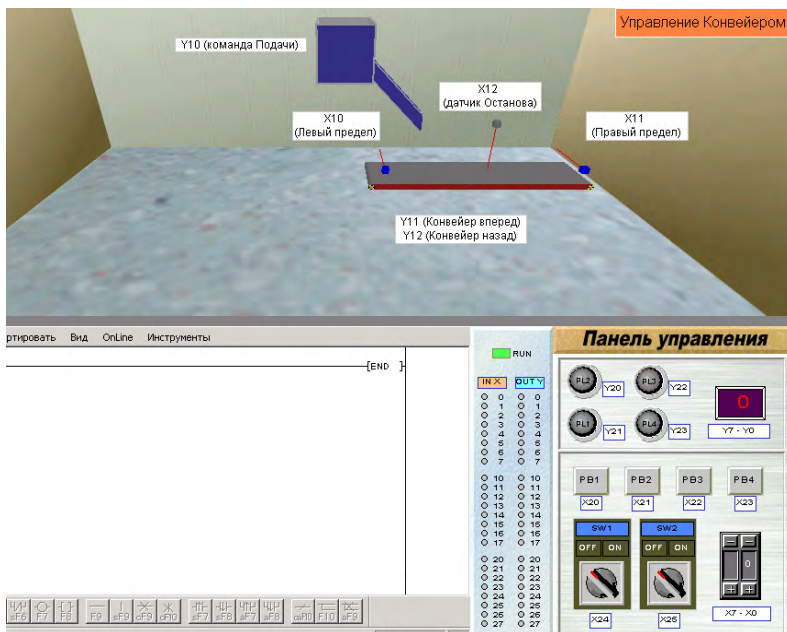


Рисунок 7.5 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению Е-6

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам блока датчиков Д1 реализует управление технологическим оборудованием. Выходные сигналы датчиков поступают на входы контроллера. Обработка сигналов датчиков осуществляется программно. Конвейер приводится в движение трехфазным асинхронным двигателем с релейно-контактной СУ. С выходов контроллер инициирует запуск и остановку конвейера. Запуск программы промышленного робота осуществляется с выхода контроллера сигналом, поступающим на вход системы управления роботом. Дальнейшая работа ПР осуществляется по составленной для него программе. По окончании цикла загрузки и возврату в исходную позицию с СУ ПР выдается сигнал “Конец цикла”, поступающий на вход ПЛК.

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведены на рисунках 7.7, 7.78

Задание

2.1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи управления движением конвейера с учетом следующих условий:

а) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PB1 (X20)*, команда *Подачи (Y10)* для загрузочной воронки переходит *ON* и загрузочная воронка подает деталь. Когда кнопка *PB1 (X20)* отпущена, команда *Подачи (Y10)* переходит в *OFF*.

б) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PB2 (X21)*, конвейер функционирует согласно описанной ниже в пунктах с) по ф) последовательности. Если *PB2 (X21)* отпущена, последовательность функционирования продолжается.

с) При нажатии на кнопку *PB2 (X21)* конвейер начинает перемещаться вправо (*Y11*) и останавливается, когда срабатывает конечный выключатель *Правосторонний предел (X11)*.

д) После срабатывания конечного выключателя *X11* конвейер перемещается в обратном направлении (*Y12*) до тех пор, пока не сработает конечный выключатель *Левосторонний предел (X10)*.

е) Деталь остается у левостороннего предела в течение 5 секунд.

ф) 5 секунд спустя конвейер начинает перемещаться вперед (*Y11*) до тех пор, пока не сработает датчик *Остановка (X12)*.

2.2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**. Подтверждение соответствия программы провести по следующим пунктам:

а) На **Панели управления** нажмите кнопку *PB1 (X20)*

Результат ► деталь поступает из загрузочной воронки.

б) На **Панели управления** нажмите кнопку *PB2 (X21)*

Результат ► конвейер перемещается вправо и останавливается у *Правостороннего предела (X11)*.

с) Функционирование в обратном направлении

Результат ► после остановки детали у правого предела, конвейер движется влево, и деталь останавливается у *Левостороннего предела (X10)*.

д) Функционирование у левостороннего предела

Результат ► деталь остается у *Левостороннего предела (X10)* в течение 5 секунд.

е) Операция останова

Результат ► После остановки детали у левостороннего предела в течение 5 секунд, конвейер движется вправо и деталь останавливается у датчика *Остановка (X12)*.

Для того чтобы иметь возможность повторить функционирование, следует инициализировать экран посредством щелчка на дистанционном управлении по кнопке *Reset*.

Разработать схему алгоритма управляющей программы.

Структурная схема системы управления к упражнению Е-6

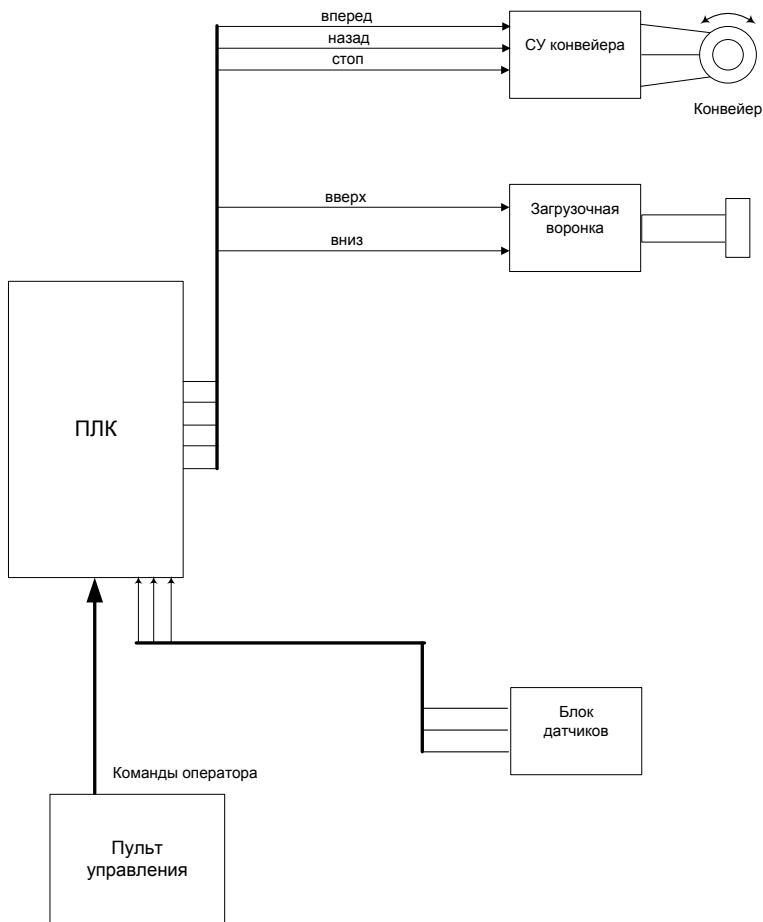
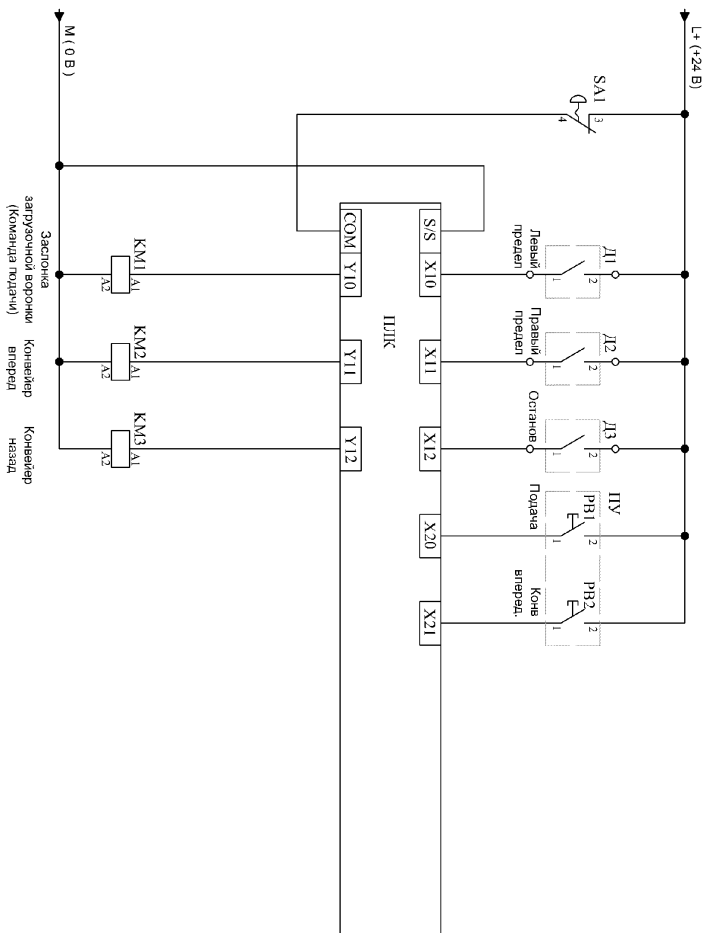


Рисунок 7.6 – Структурная схема СУ к упражнению Е-6



L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)

GV1 – источник питания постоянного тока +24 В
PE – провод заземления
QF1 – автоматический выключатель для двигателя с тепловым реле
QF2...QF5 – автоматические выключатели
KM1 – контактор для управления загрузочной воронкой
KM2 – контактор для управления двигателем (конвейер вперед)
KM3 – контактор для управления двигателем (конвейер назад)
Д1...Д3 – датчики положения детали
PB1, PB2 – кнопка на панели управления
SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

Контрольные вопросы

1. Перечислите критерии оценки промышленных сетей как средства транспортировки данных.
2. Назначение интерфейса PROFIBUS-DP. Какую скорость передачи данных он обеспечивает?
3. Опишите задачи, решаемые промышленными сетями уровня Field Level.
4. Опишите задачи, решаемые промышленными сетями уровня Sensor-Actuator Level.
Какие средства визуализации ТП вы знаете?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 АВТОМАТИЧЕСКОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ДВЕРИ

Цель работы

Самостоятельно создать программное обеспечение для заданной в упражнении F-1 СУ, используя изученные ранее инструкции, применяемые при программировании контроллеров.

Упражнение F-1 – Автоматическое функционирование двери

На рисунке 8.1 показано виртуальное оборудование: дверь, которая поднимается вверх и опускается вниз по сигналам от датчиков *У ворот (X2)* и *За воротами (X3)* соответственно, *Устройство звуковой сигнализации (Y7)*, которое работает во время движения двери, и *Лампа (Y6)*, которая включается, когда автомобиль находится между датчиками *У ворот (X2)* и *За воротами (X3)*. Три лампы на **Панели управления** служат для индикации состояния двери: *Дверь в движении (Y11)*, *Дверь закрыта (Y10)*, *Дверь открыта (Y13)*. Четвертая лампа *Свет у ворот (Y10)* горит, когда горит лампа *(Y6)*. Дверь может быть открыта и закрыта вручную при нажатии кнопок *Дверь вверх (X10)* и *Дверь вниз (X11)* на **Панели управления**.

Для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 8.2.

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам блока датчиков реализует управление виртуальным оборудованием. Блок датчиков регистрирует местонахождение автомобиля, выходные сигналы датчиков поступают на входы контроллера, программно обрабатываются, и с выходов ПЛК осуществляется управление открытием-закрытием двери, устройством сигнализации и включением-выключением лампы над дверью.

Схема подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведена на рисунке 8.3.

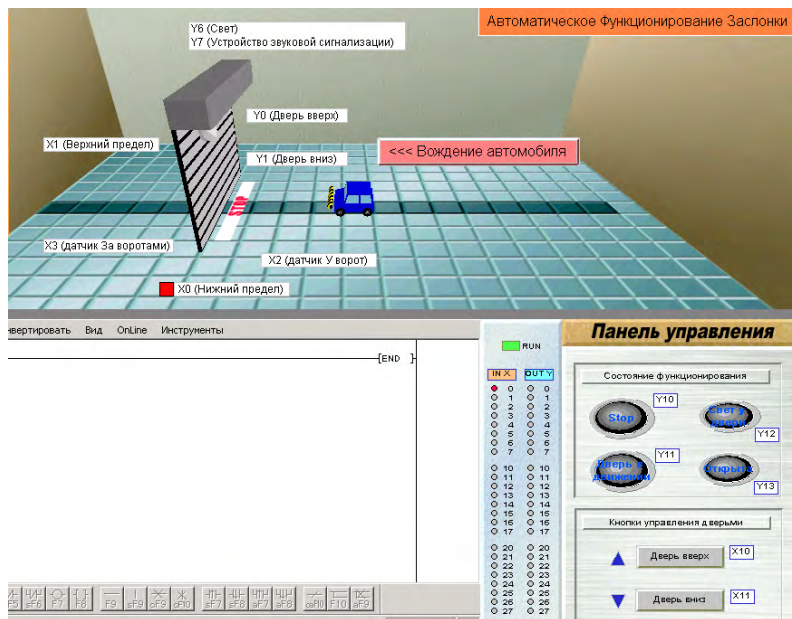


Рисунок 8.1 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению F-1

Задание

1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи управления функционированием двери с учетом следующих условий:

- Когда датчик *У ворот* (X_2) обнаруживает автомобиль, дверной механизм поднимает ее вверх.
- Когда автомобиль проезжает сквозь дверной проем, дверь опускается.
- При движении вверх дверь останавливается, когда срабатывает конечный выключатель *Верхний предел* (X_1).
- При движении вниз дверь останавливается, когда срабатывает конечный выключатель *Нижний предел* (X_0).
- Пока автомобиль находится между датчиком *У ворот* (X_2) и датчиком *За воротами* (X_3), дверь не опускается.
- Устройство звуковой сигнализации* (Y_7) функционирует во время движения двери.
- Лампа* (Y_6) горит во время нахождения автомобиля между датчиком *У ворот* (X_2) и датчиком *За воротами* (X_3).

h) Три лампы на **Панели управления** служат для индикации состояния двери: *Дверь в движении (Y11)*, *Дверь не движется – STOP (Y10)*, *Дверь открыта (Y13)*. Четвертая лампа *Свет у ворот (Y12)* горит, когда горит лампа (Y6).

i) Дверь может быть открыта или закрыта вручную посредством нажатия на **Панели управления** соответствующих кнопок ▲ *Дверь вверх (X10)* и ▼ *Дверь вниз (X11)*.

2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**. Подтверждение соответствия программы произвести по следующим пунктам:

a) Для того, чтобы переместить автомобиль к двери, нажмите кнопку *Управление автомобилем*

Результат ► дверь поднимается вверх, когда *датчик У Ворот (X2)* обнаруживает автомобиль.

b) Работа *Устройства звуковой сигнализации*

Результат ► во время движения двери устройство звуковой сигнализации издает тональные звуки. Устройство звуковой сигнализации отключается, если дверь остановлена. (Если в вашем компьютере отсутствует звуковая карта, то проверить *ON/OFF* состояние выхода (Y7).

c) Свет над дверьми

Результат ► В момент нахождения автомобиля между датчиком *У ворот (X2)* и датчиком *За воротами (X3)* горит *Лампа желтого цвета*.

d) Нажмите кнопку *Управление автомобилем* и позвольте автомобилю проехать сквозь ворота

Результат ► Когда *датчик За воротами (X3)* переходит в состояние *OFF*, дверь движется вниз.

e) Операции, выполняемые на **Панели управления** вручную

Результат ► Дверь может быть вручную открыта и закрыта за счет нажатия кнопок ▲ *Дверь вверх (X10)* и ▼ *Дверь вниз (X11)*. Однако, в то время как автомобиль находится в диапазоне обнаружения (между датчиками), дверь не может быть опущена.

f) Лампы индикации на **Панели управления**

Результат ► Каждая лампа загорается и гаснет согласно перемещению двери и автомобиля.

Для того чтобы иметь возможность повторить функционирование, следует инициализировать экран посредством щелчка на дистанционном управлении по кнопке *Reset*.

Разработать схему алгоритма управляющей программы.

Структурная схема системы управления к упражнению F-1

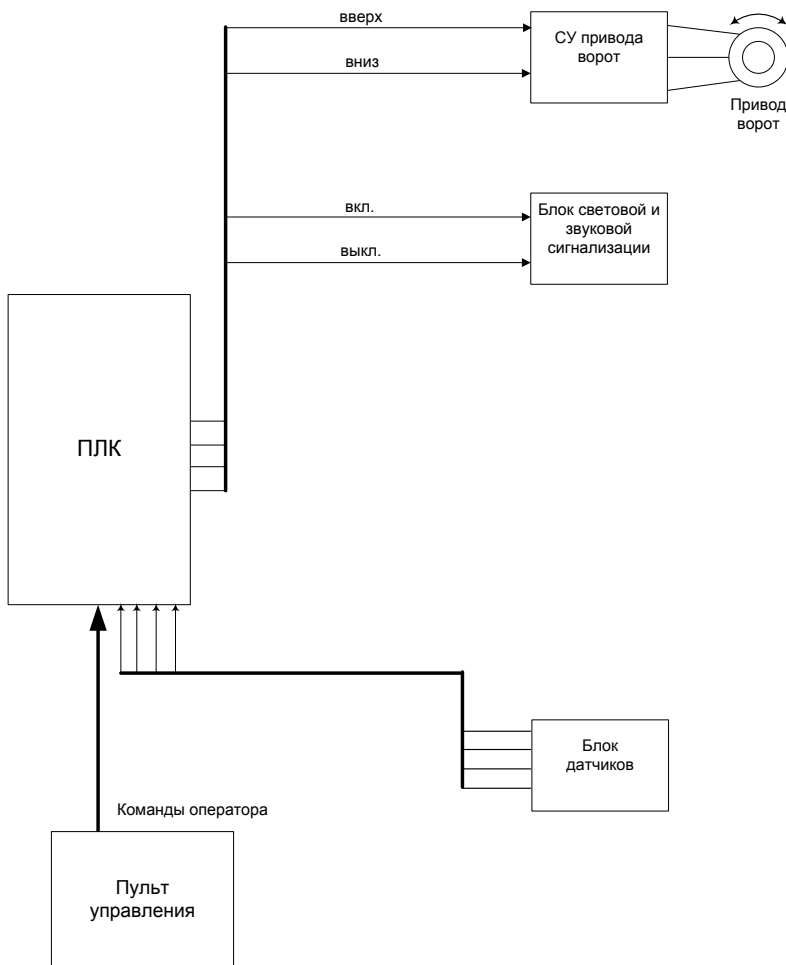
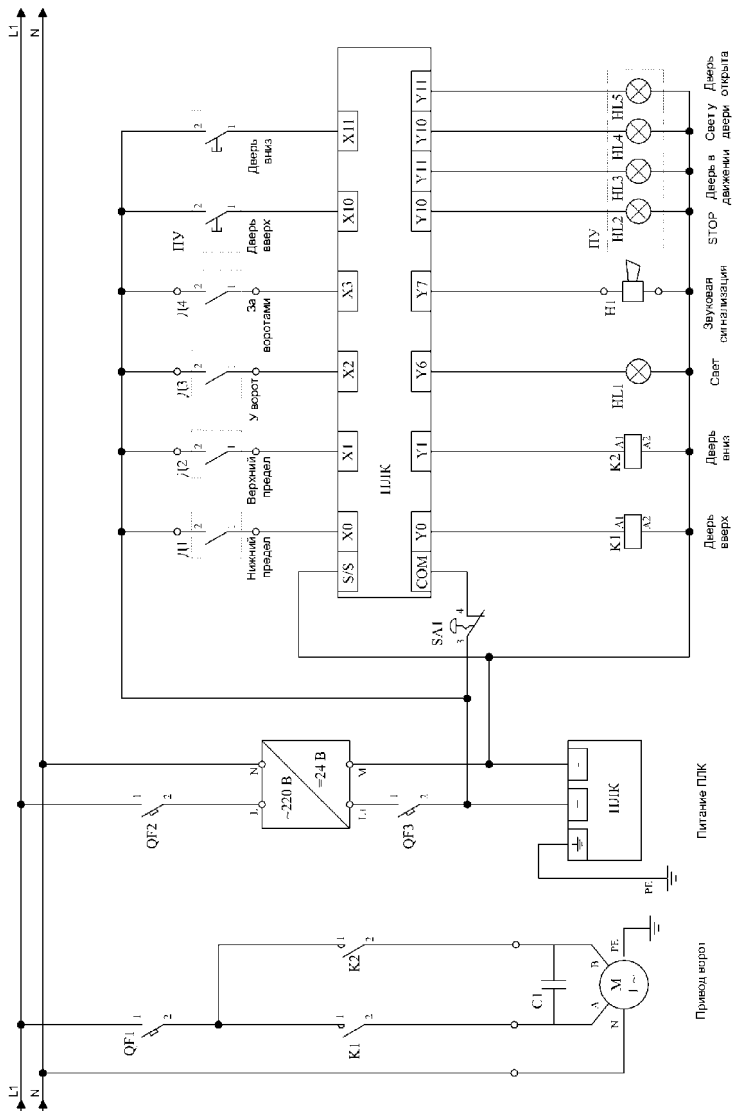


Рисунок 8.2 – Структурная схема СУ к упражнению F-1



L1 – однофазный источник питания (220 В, 50 Гц)

GV1 – источник питания постоянного тока +24 В

PE – провод заземления

QF1, QF2, QF3 – автоматические выключатели

K1 – реле управления двигателем (поднять ворота)

K2 – реле управления двигателем (опустить ворота)

D1...D4 – датчики положения

SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

HL1...HL5 – лампы световой индикации

H1 – устройство звуковой сигнализации

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные электрические параметры ПЛК.
2. Перечислите основные программные параметры ПЛК.
3. Какие устройства непосредственно подключаются к дискретным входам ПЛК?
4. Почему для аналого-цифрового преобразования в ПЛК используются АЦП разрядностью не выше 8–12?
5. В каких случаях возникает необходимость использования специализированных входов вместо стандартных дискретных?
6. Какие варианты исполнения выходов ПЛК Вы знаете? В чем их основные достоинства и недостатки?
7. Какие выходы, дискретные или аналоговые, более надежны и почему?

Лабораторная работа № 9

УПРАВЛЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ СЦЕНЫ

Цель работы

Самостоятельно создать программное обеспечение для заданной в упражнении F-2 СУ, используя изученные ранее инструкции, применяемые при программировании контроллеров.

Упражнение F-2 – Управление виртуальным оборудованием сцены

На рисунке 9.1 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием сцены.

Кнопка *Начать* (вход *X16* контроллера) на **Панели управления** при условии, что занавес закрыт и сцена расположена у *Нижнего предела* (*X7*), задает для *Устройства звуковой сигнализации* с выхода *Y5* управляющий сигнал включения. *Устройство звуковой сигнализации* (*Y5*) работает в течение 5с, после чего выдается команда *Открытия занавеса* (*Y0*). Положение левого занавеса контролируется концевыми выключателями *Левый занавес закрыт* (*X0*), *Левый занавес в среднем положении* (*X1*), *Левый занавес открыт* (*X2*). Положение правого занавеса контролируется концевыми выключателями *Правый занавес закрыт* (*X3*), *Правый занавес в среднем положении* (*X4*), *Правый занавес открыт* (*X5*). После срабатывания конечных выключателей *Левый занавес открыт* (*X2*) и *Правый занавес открыт* (*X5*) выдается команда на *Подъем сцены* (*Y2*) до уровня, контролируемого конечным выключателем *Верхний предел сцены* (*X6*). При нажатии на кнопку *Завершить* (*X17*) выдается команда *Закрытия занавеса* (*Y1*) и левая и правая половины занавеса закрываются до тех пор, пока не сработают концевые выключатели *Левый занавес закрыт* (*X0*) и *Правый занавес закрыт* (*X3*). При ручном управлении команды *Открытия/Закрытия занавеса* задаются кнопками на **Панели управления** *X10/X11*, команды *Подъема* и *Опускания сцены* – кнопками **▲Подъем сцены** (*X12*) и **▼Опускание сцены** (*X13*) соответственно.

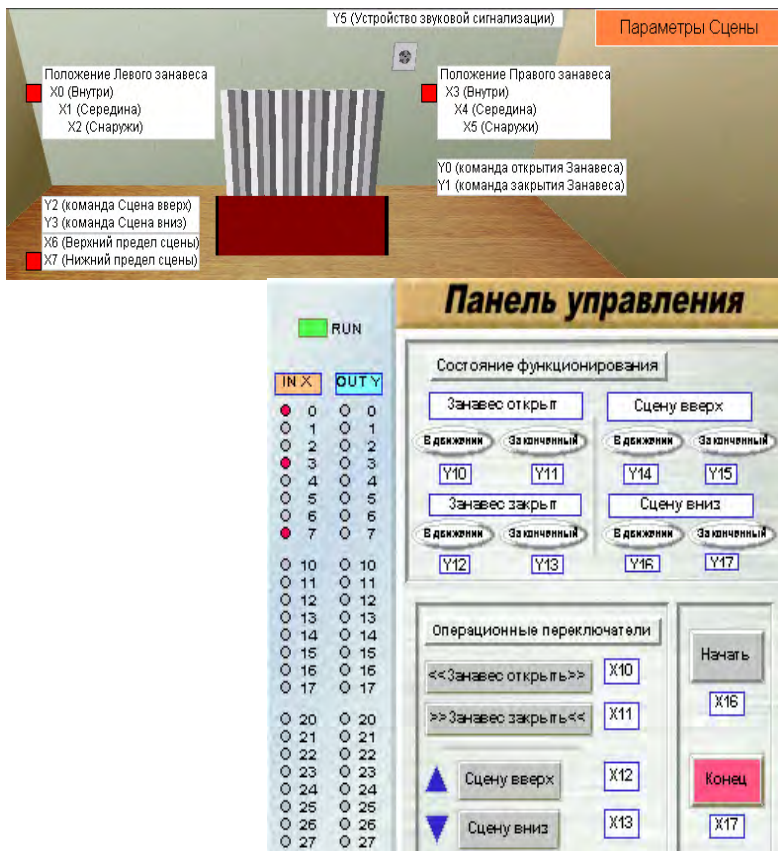


Рисунок 9.1 – Панель управления и виртуальная сцена к упражнению F-2

Лампы индикации на **Панели управления** (см. рисунок 9.1) загораются и гаснут в соответствии с операциями, проводимыми с занавесом и сценой.

Для реализации поставленной задачи управления виртуальным оборудованием сцены предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 9.2.

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который согласно состоянию опрашиваемых входов по записанной в память программе изменяет состояние выходов, т. е. реализует управление виртуальным оборудованием сцены.

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведены на рисунках 9.3, 9.4.

Задание

1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи управления виртуальным оборудованием сцены с учетом следующих условий:

Спецификация для операций, выполняемых автоматически

е) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *Начать (X16)*, в течение 5 секунд работает *Устройство звуковой сигнализации (Y5)*. *Устройство звуковой сигнализации (Y5)* срабатывает только в том случае, если занавес закрыт и сцена расположена у *Нижнего предела (X7)*.

ф) По окончании работы *Устройства звуковой сигнализации (Y5)*, команда *Открытия занавеса (Y0)* устанавливается в состояние *ON* и занавес раздвигается в обе стороны до достижения предельных положений, контролируемых посредством конечных выключателей *X2* и *X5*.

г) После полного раскрытия занавеса, начинается *Подъем сцены (Y2)* до срабатывания конечного выключателя *Верхний предел сцены (X6)*.

h) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *Завершить (X17)*, команда *Закрытия занавеса (Y1)* устанавливается в состояние *ON* и занавес закрывается до тех пор, пока не сработают концевые выключатели *Левый занавес закрыт (X0)* и *Правый занавес закрыт (X3)*.

Спецификация для операций, выполняемых вручную

Выполнение следующих операций допускается только в отсутствие описанных выше выполняющихся автоматических операций:

а) Занавес может быть раскрыт только при нажатой на **Панели управления** кнопке *Открытие Занавеса (X10)*. Занавес останавливается, когда срабатывают конечные выключатели *Левый занавес открыт (X2)* и *Правый занавес открыт (X5)*.

б) Занавес может быть закрыт только при нажатой на **Панели управления** кнопке *Закрытие Занавеса (X11)*. Занавес закрывается до срабатывания конечных выключателей *Левый занавес закрыт (X0)* и *Правый занавес закрыт (X3)*.

с) Сцена может двигаться вверх только при нажатой на **Панели управления** кнопке *▲Подъем сцены (X12)*. Сцена поднимается до срабатывания конечного выключателя *Верхний предел сцены (X6)*.

д) Сцена может двигаться вниз только при нажатой на **Панели управления** кнопке *▼Опускание сцены (X13)*. Сцена опускается до срабатывания конечного выключателя *Нижний предел сцены (X7)*.

е) Лампы индикации на **Панели управления** загораются или гаснут в соответствии с операциями, проводимыми с занавесом и сценой.

2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**. Подтверждение соответствия программы провести по следующим пунктам:

3. На **Панели управления** нажмите кнопку *Начать (X16)*

Результат ► выполняются операции, приведенные ниже с пункта а) по с).

а) *Устройство звуковой сигнализации (Y5)* работает в течение 5 секунд.

б) После выключения *Устройства звуковой сигнализации (Y5)* занавес полностью раскрывается.

с) После раскрытия занавеса сцена начинает подниматься.

4. На **Панели управления** нажмите кнопку *Завершить (X17)*

Результат ► закрывается занавес.

5. Операции, выполняемые вручную

Результат ► Занавес может быть раскрыт и закрыт нажатием кнопок *Открытие Занавеса (X10)* и *Закрытие Занавеса (X11)* соответственно. Сцена может быть поднята или опущена при нажатии кнопок *▲Подъем сцены (X12)* и *▼Опускание сцены (X13)*.

6. Лампы индикации на **Панели управления**

Результат ► лампы загораются и гаснут согласно состоянию выполняемых операций.

Разработать схему алгоритма управляющей программы.

Структурная схема системы управления к упражнению F-2

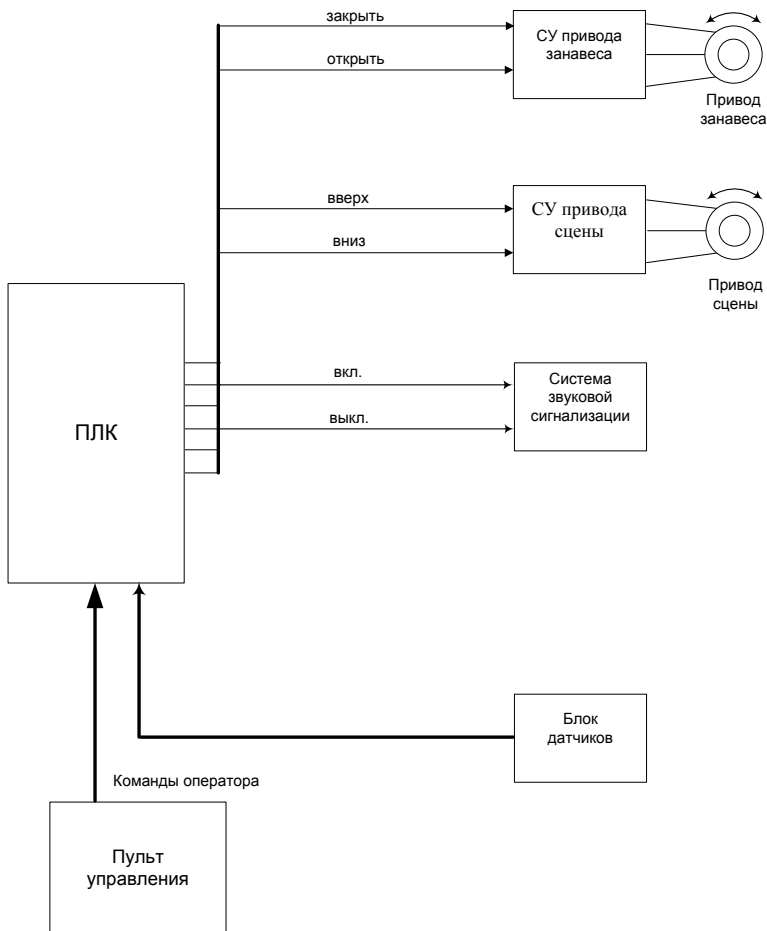
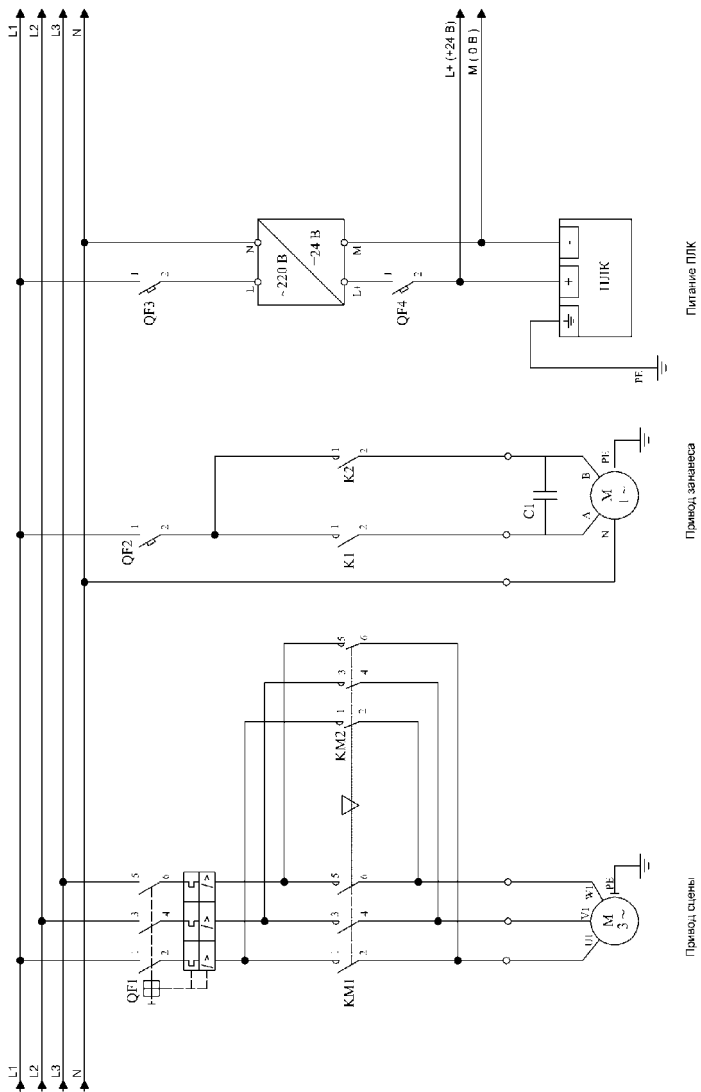


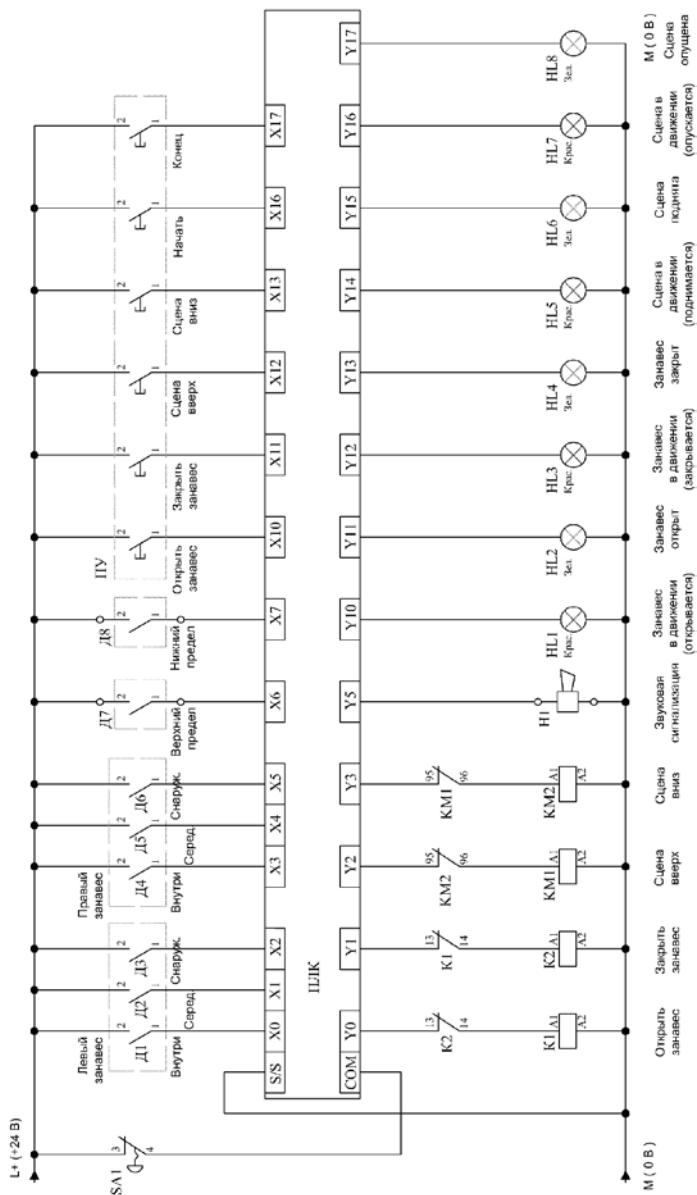
Рисунок 9.2 – Структурная схема СУ к упражнению F-2



Прямой ступень

Прямой, замкнута

Питание ПК



L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)
GV1 – источник питания постоянного тока +24 В
PE – провод заземления
QF1 – автоматический выключатель для двигателя с тепло-вым реле
QF2...QF4 – автоматические выключатели
KM1 – контактор для управления двигателем (поднять сцену)
KM2 – контактор для управления двигателем (опустить сцену)
K1 – реле для управления двигателем (открыть занавес)
K2 – реле для управления двигателем (закрыть занавес)
SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)
Д1...Д8 – датчики положения
HL1...HL8 – световая индикация
Н1 – устройство звуковой сигнализации

Контрольные вопросы

1. Какими критериями оценки необходимо руководствоваться при выборе ПЛК?
2. Охарактеризуйте четыре этапа выбора ПЛК.
3. Организация памяти в контроллерах.
4. Какие параметры следует учитывать при подключении нагрузки к выходам ПЛК?
5. Покажите схематично структуру команды на языке релейно-контактных схем.

Лабораторная работа № 10

СОРТИРОВКА УСТАНОВЛЕННОГО ЧИСЛА ДЕТАЛЕЙ ПО РАЗМЕРУ

Цель работы

Самостоятельно создать программное обеспечение для заданной в упражнении F-3 СУ, используя изученные ранее инструкции, применяемые при программировании контроллеров.

Упражнение F-3 – Сортировка установленного числа деталей по размеру

На рисунке 10.1 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

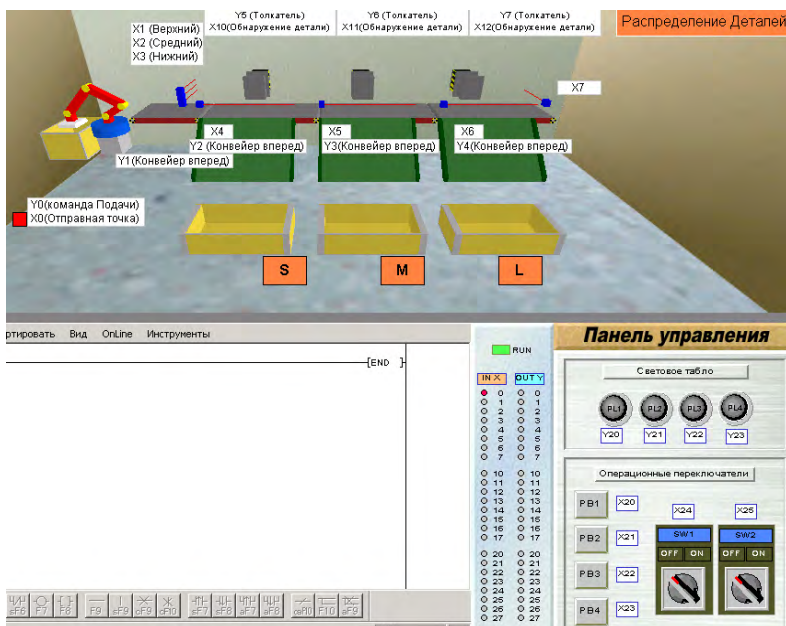


Рисунок 10.1 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению F-3

Кнопка *PB1* (вход *X20* контроллера) на **Панели управления** в состоянии *ON* задает для робота с выхода *Y0* управляющий сигнал подачи детали на конвейер. Тумблер *X24* управляет пуском-остановом конвейеров с выходов *Y1*, *Y2*, *Y3*, *Y4* контроллера в положениях *ON/OFF* соответственно. Датчики *X1*, *X2*, *X3* фиксируют прохождение деталей большой, средней и малой величины соответственно. Каждая деталь сталкивается одним из толкателей в определенный поддон в зависимости от ее размера: большие детали – в поддон *L*, средние – в поддон *M*, детали малой величины – в поддон *S*. В случае заполнения поддона детали соответствующего размера падают с правой стороны.

Для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 10.2.

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам блока датчиков реализует управление технологическим оборудованием. Выходные сигналы датчиков поступают на входы контроллера. Обработка сигналов датчиков осуществляется программно. Конвейеры приводятся в движение трехфазными асинхронными и однофазными двигателями с релейно-контактной СУ. С выходов контроллер инициирует запуск и остановку конвейеров. Запуск программы промышленного робота осуществляется с выхода контроллера сигналом, поступающим на вход системы управления роботом. Дальнейшая работа ПР осуществляется по составленной для него программе. По окончании цикла загрузки и возврату в исходную позицию с СУ ПР выдается сигнал “Конец цикла”, поступающий на вход ПЛК.

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведены на рисунках 10.3, 10.4.

Задание

1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи сортировки точно установленного числа деталей по размеру с учетом следующих условий:

а) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PB1* (*X20*), команда *Подачи* (*Y0*) для робота установлена в состояние *ON*. Команда *Подачи* (*Y0*) переходит в состояние *OFF*, когда робот завершит перемещение детали и возвратится в отправную точку.

б) Когда тумблер *SW1* (*X24*) на **Панели управления** установлен в положение *ON*, конвейеры двигаются. Если тумблер *SW1* (*X24*) установлен в положение *OFF*, конвейеры останавливаются.

в) Детали больших, средних и малых размеров, расположенные на конвейерах, сортируются по состояниям входов датчиков Верхний (*X1*),

Средний (*X2*), *Нижний* (*X3*) и переносятся к поддонам *L*, *M*, и *S* соответственно.

d) Когда расположенный в толкателе датчик *Обнаружения детали* (*X10*, *X11* или *X12*) переходит в состояние *ON*, конвейер останавливается и деталь сталкивается на поддон.

a) На поддонах должно оказаться указанное число деталей каждого из размеров.

Поддон *L*: 3 детали

Поддон *M*: 2 детали

Поддон *S*: 2 детали

Избыточные детали должны проходить перед толкателями и падать с правой стороны.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Для корректного выполнения программы необходимо задать условие, что только одна деталь может одновременно находиться на конвейере.

2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**. Подтверждение соответствия программы провести по следующим пунктам:

a) На **Панели управления** установите в положение *ON* тумблер *SW1* (*X24*)

Результат ► конвейеры двигаются вправо.

b) На **Панели управления** нажмите кнопку *PBI* (*X20*)

Результат ► робот подает деталь.

c) Сортировка по размеру

Результат ► каждая деталь останавливается перед толкателем согласно ее размеру (большая, средняя или малой величины) и сталкивается на поддон.

d) После заполнения соответствующих поддонов

Результат ► соответствующие детали проходят перед датчиком и падают с правой стороны.

Разработать схему алгоритма управляющей программы.

Структурная схема системы управления к упражнению F-3

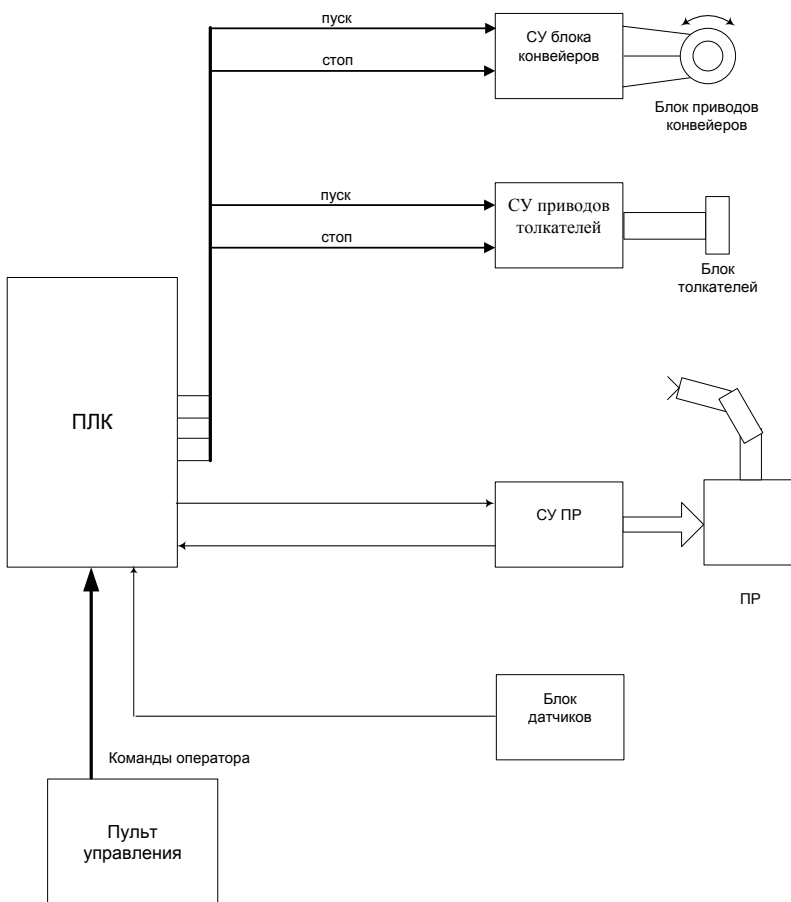
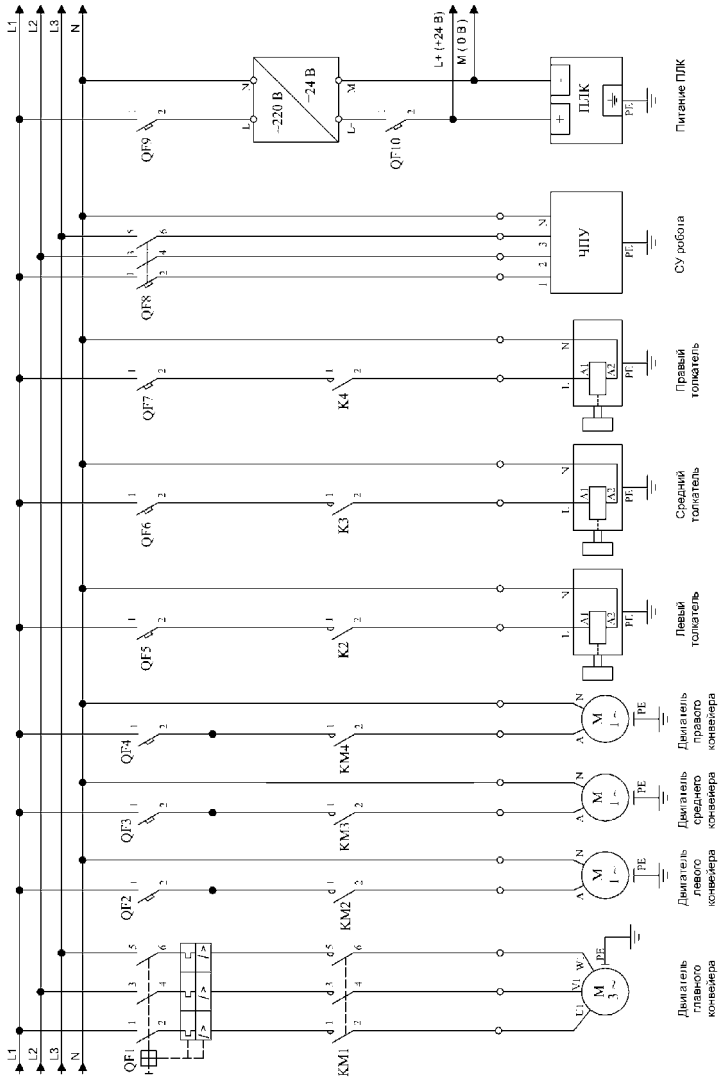
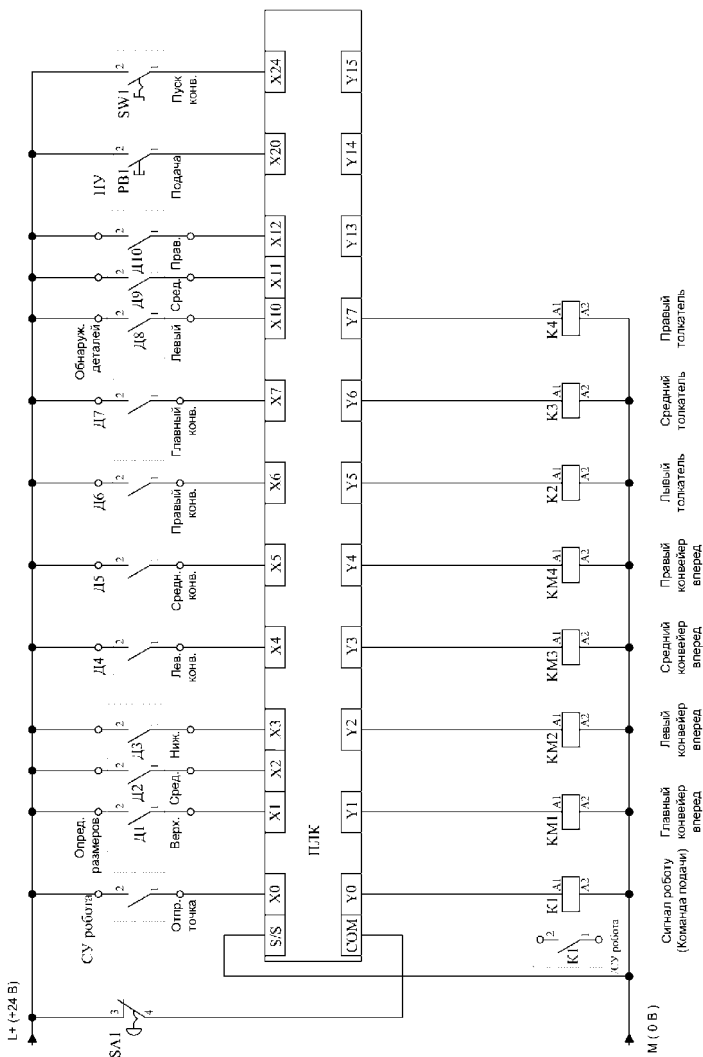


Рисунок 10.2 – Структурная схема СУ к упражнению F-3





L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)

GV1 – источник питания постоянного тока +24 В

PE – провод заземления

QF1 – автоматический выключатель для двигателя с тепло-вым реле

QF2...QF10 – автоматические выключатели

KM1 – контактор для управления двигателем (главный конвейер)

KM2 – контактор для управления двигателем (левый конвейер)

KM3 – контактор для управления двигателем (средний конвейер)

KM4 – контактор для управления двигателем (правый конвейер)

K1 – реле подачи управляющего сигнала роботу

K2, K3, K4 – реле для управления толкателями (левым, средним, правым соответственно)

SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

D1...D10 – датчики положения

Контрольные вопросы

1. Синтаксис обращения к подпрограмме и возврата в главную программу.

2. Синтаксис обращения к программе обработки прерываний и в каких целях она используется.

3. Какую минимальную ширину импульса должны иметь сигналы прерывания и почему?

4. Какая из программ прерывания будет обрабатываться вначале в случае одновременного вызова нескольких программ прерывания?

5. Какая инструкция позволяет обрабатывать программу, время цикла которой превышает 200 мс?

Лабораторная работа № 11 ОТБРАКОВКА ДЕТАЛЕЙ

Цель работы

Самостоятельно создать программное обеспечение для заданной в упражнении F-4 СУ, используя изученные ранее инструкции, применяемые при программировании контроллеров.

Упражнение F-4 – Отбраковка деталей

На рисунке 11.1 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

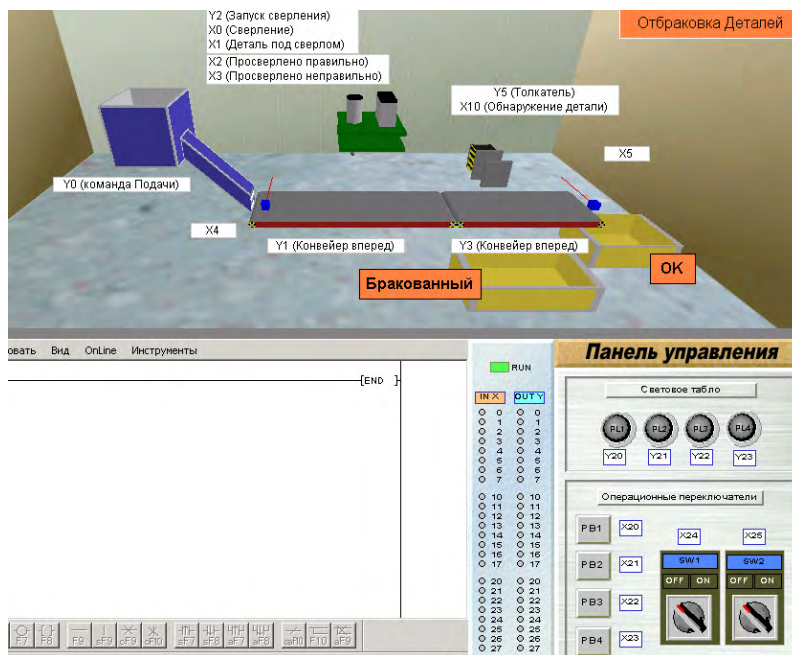


Рисунок 11.1 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению F-4

Кнопка *PB1* (вход *X20* контроллера) задает для загрузочной воронки с выхода *Y0* управляющий сигнал подачи детали на конвейер. Тумблер *SW1* (вход *X24* контроллера) управляет пуском-остановом конвейеров с выходов *Y1* и *Y3* в положениях *ON/OFF* соответственно. Датчик *Деталь под сверлом (X1)* фиксирует прохождение детали и останавливает конвейер для запуска процесса сверления (*Y2*). После завершения цикла сверления считываются показания датчиков *X2 (Просверлено правильно)* и *X3 (Просверлено неправильно)*. В случае обнаружения бракованной детали встроенным в толкатель датчиком *Обнаружение детали (X10)* конвейер останавливается, и толкатель (*Y5*) сталкивает ее на поддон дефектных деталей. Хорошая деталь перемещается конвейером к правому поддону.

Для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 11.2

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам блока датчиков реализует управление технологическим оборудованием. Выходные сигналы датчиков поступают на входы контроллера. Обработка сигналов датчиков осуществляется программно. Конвейеры приводятся в движение трехфазными асинхронными двигателями с релейно-контактной СУ. С выходов контроллер инициирует запуск и остановку конвейеров.

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведены на рисунках 11.3, 11.4.

Задание

1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи разделения бракованных и хороших деталей в соответствии с сигналами датчиков с учетом следующих условий:

Общее управление

а) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PB1 (X20)*, команда *Подачи (Y0)* для загрузочной воронки переходит в состояние *ON* и из загрузочной воронки подается деталь. Если кнопка *PB1(X20)* отпущена, команда *Подачи (Y0)* переходит в состояние *OFF*.

б) Когда тумблер *SW1 (X24)* на **Панели управления** установлен в состояние *ON*, конвейеры движутся. Когда переключатель *SW1(X24)* установлен в состояние *OFF*, конвейеры останавливаются.

Управление сверлением

а) Когда установленный в сверлильной машине датчик *Деталь под сверлом (X1)* переходит в состояние *ON*, конвейеры останавливаются.

b) Когда *Запуск сверления (Y2)* переходит в состояние *ON*, запускается процесс сверления. *Запуск сверления (Y2)* переключается в состояние *OFF*, когда датчик *Сверление (X0)* находится в состоянии *ON*.

c) После того, как сверлильная машина отработала один полный цикл, установится в состояние *ON* сигнал датчика *Просверлено правильно (X2)* или датчика *Просверлено неправильно (X3)*. Сверлильная машина не может быть остановлена в середине цикла сверления. В этой имитации одна из трех деталей должна иметь дефект. Если в детали просверлено несколько отверстий, то такая деталь также считается дефектной.

d) Когда дефектная деталь обнаружена встроенным в толкатель датчиком *Обнаружение детали (X10)*, конвейер останавливается и толкатель сталкивает ее на поддон дефектных деталей.

ЗАМЕЧАНИЕ

Когда команда приведения в действие толкателя установлена в состояние *ON*, он выдвигается полностью. В состоянии *OFF* толкатель полностью втягивается.

e) Хорошую деталь конвейер перемещает к поддону, расположенному с правой стороны.

2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**. Подтверждение соответствия программы провести по следующим пунктам:

a) На **Панели управления** установите в состояние *ON* тумблер *SW1 (X24)*

Результат ► конвейер движется вправо.

b) На **Панели управления** нажмите кнопку *PB1 (X20)*

Результат ► деталь поступает из загрузочной воронки.

c) Сверление

Результат ► деталь останавливается под сверлом, и в ней просверливается отверстие.

d) Функционирование после сверления хорошей детали

Результат ► конвейер перемещает деталь к поддону, расположенному с правой стороны.

e) Функционирование после сверления дефектной детали

Результат ► деталь останавливается перед толкателем и выталкивается на поддон для бракованных деталей.

f) Повторение функционирования

Результат ► Если нажата кнопка *PB1 (X20)*, то функционирование повторяется, начиная с пункта b).

Для того чтобы иметь возможность повторить функционирование, следует инициализировать экран посредством щелчка на дистанционном управлении по кнопке *Reset*.

Разработать схему алгоритма управляющей программы.

Структурная схема системы управления к упражнению F-4

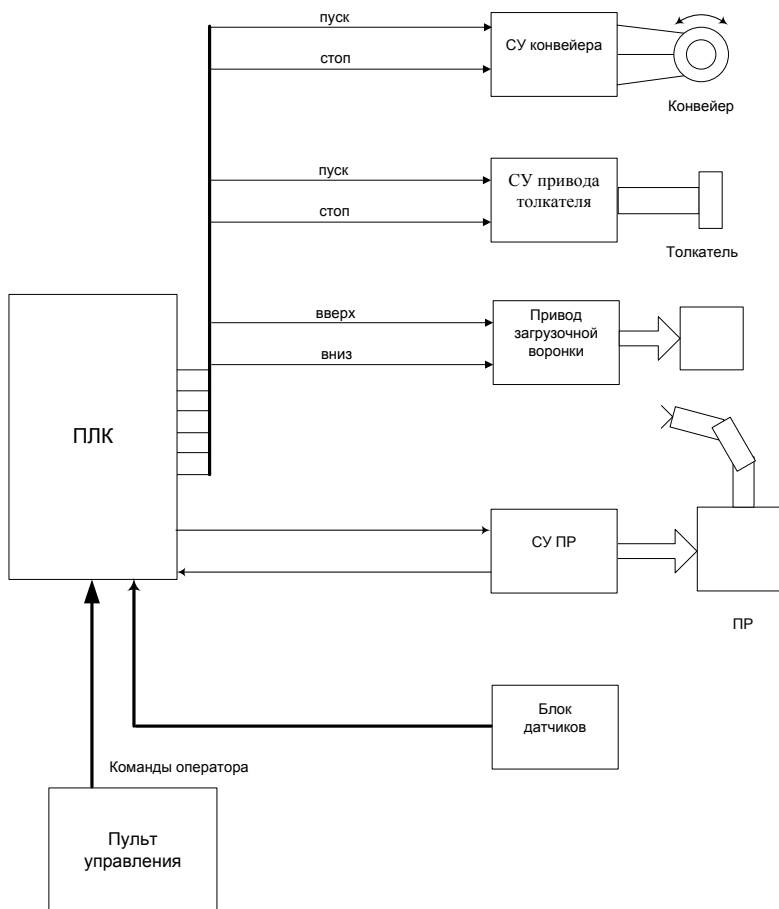
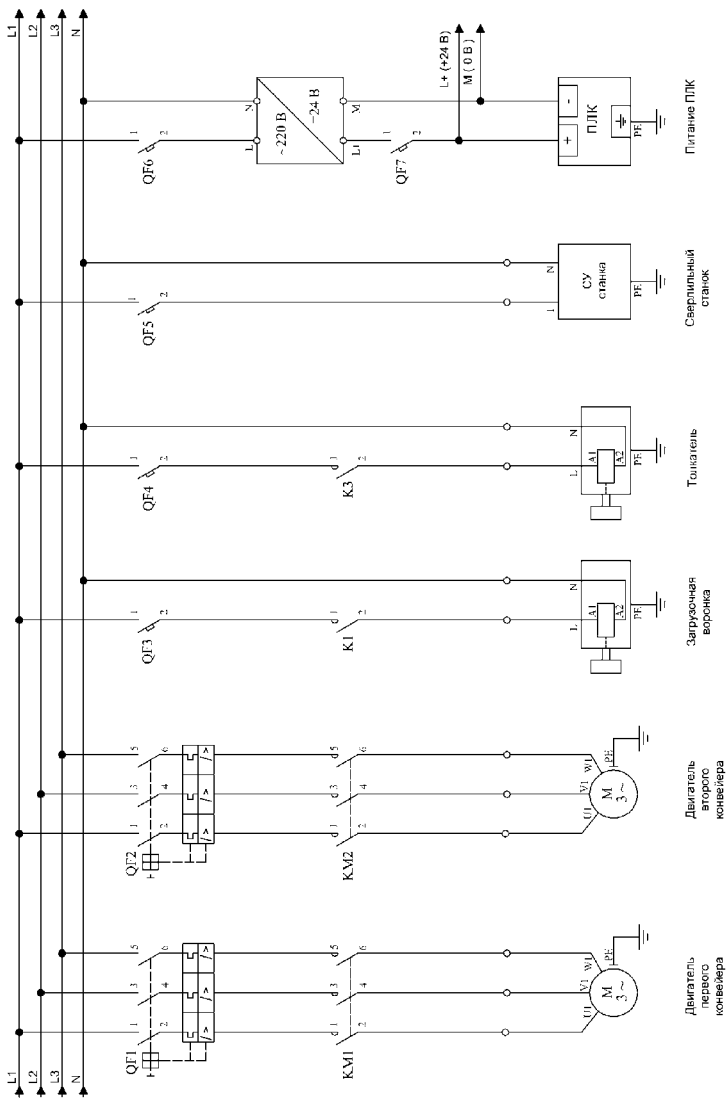
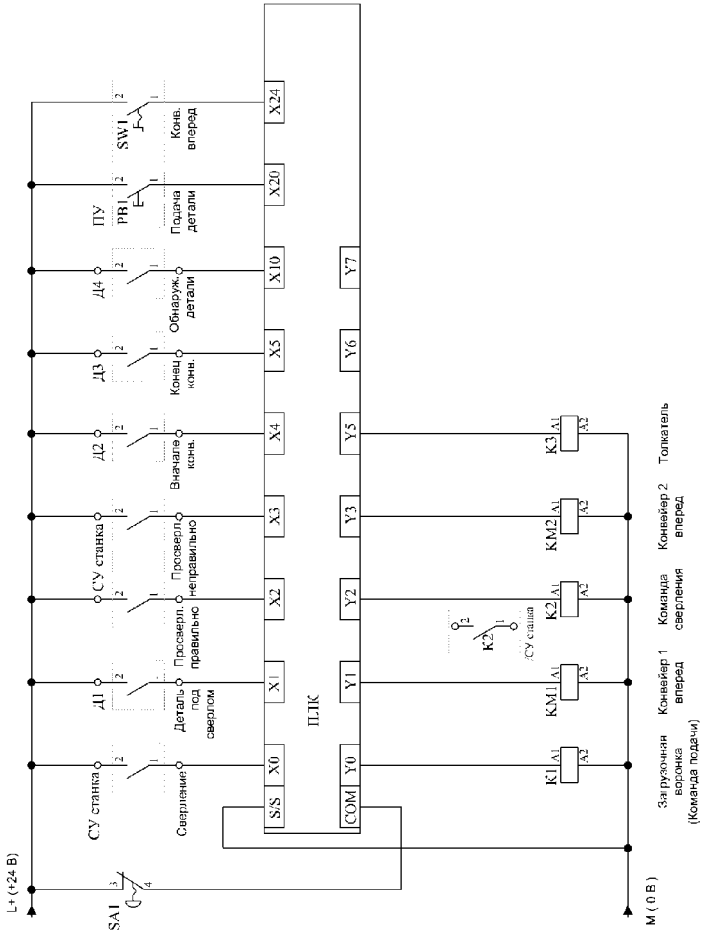


Рисунок 11.2 – Структурная схема СУ к упражнению F-4





L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)

GV1 – источник питания постоянного тока +24 В

PE – провод заземления

QF1, QF2 – автоматический выключатель для двигателя с тепловым

реле

QF3...QF7 – автоматические выключатели

KM1 – контактор для управления двигателем (конвейер

1 вперед)

KM2 – контактор для управления двигателем (конвейер

2 вперед)

K1 – реле для подачи управления загрузочной воронкой

K2 – реле для подачи управляющего сигнала СУ сверлильного стан-

ка

K3 – реле для управления толкателем

Д1...Д4 – датчики положения

PB1 – кнопка на панели управления

SW1 – тумблер на панели управления

SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

Контрольные вопросы

1. Какая команда инвертирует результат обработки предыдущей команды?

2. С помощью какой команды можно организовать пошаговую проверку программы?

3. Каким образом осуществляется маркировка точки в программе?

4. Таймеры каких порядковых номеров могут быть использованы в подпрограмме?

Синтаксис задания цикла в программе.

Лабораторная работа № 12 УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ КОНВЕЙЕРА СОГЛАСНО ОПРЕДЕЛЕННОМУ РАЗМЕРУ ДЕТАЛИ

Цель работы

Самостоятельно создать программное обеспечение для заданной в упражнении F-5 СУ, используя изученные ранее инструкции, применяемые при программировании контроллеров.

Упражнение F-5 – Управление движением конвейера

На рисунке 12.1 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

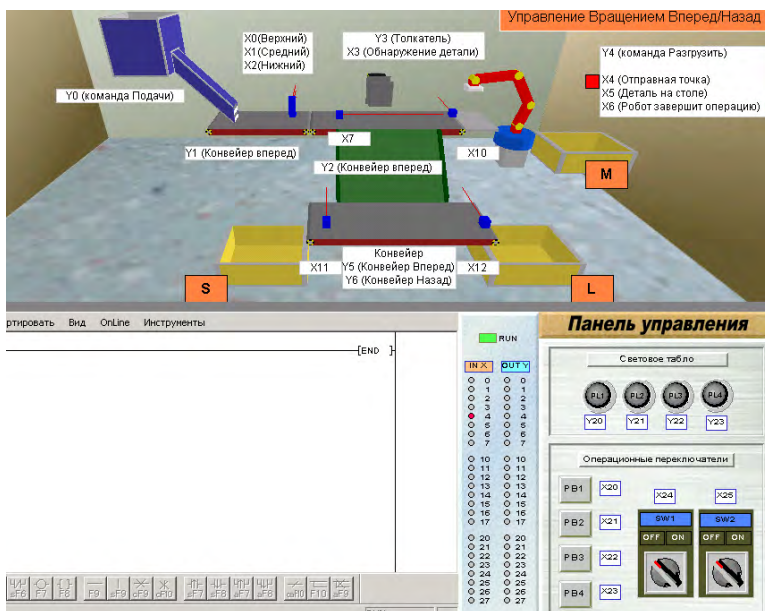


Рисунок 12.1 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению F-5

Кнопка *PB1* (вход *X20* контроллера) задает для загрузочной воронки с выхода *Y0* управляющий сигнал подачи детали на конвейер. Тумблер *SW1* (вход *X24* контроллера) управляет пуском-остановом конвейеров с выходов *Y1*, *Y2* и *Y5* в положениях *ON/OFF* соответственно. Датчики *X0*, *X1*, *X2* фиксируют прохождение деталей большой, средней и малой величины соответственно. После сортировки по размерам деталей по сигналам от датчиков осуществляется их перенос к определенным поддонам. Детали большой и малой величины сталкиваются толкателем *Y5* на нижний конвейер и переносятся к правому поддону L для больших или к левому поддону S для малых деталей. Детали средней величины переносятся в поддон M роботом.

Тумблер *SW2* (вход *X25* контроллера) в положении *ON* обеспечивает автоматическую подачу деталей из загрузочной воронки в случае, когда робот начинает переносить в поддон M деталь среднего размера, либо когда большая или малая деталь помещена в поддон.

Для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 12.2.

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам блока датчиков реализует управление технологическим оборудованием. Выходные сигналы датчиков поступают на входы контроллера. Обработка сигналов датчиков осуществляется программно. Конвейеры приводятся в движение трехфазными асинхронными и однофазными двигателями с релейно-контактной СУ. С выходов контроллер инициирует запуск и остановку конвейеров. Запуск программы промышленного робота осуществляется с выхода контроллера сигналом, поступающим на вход системы управления роботом. Дальнейшая работа ПР осуществляется по составленной для него программе. По окончании цикла загрузки и возврату в исходную позицию с СУ ПР выдается сигнал “Конец цикла”, поступающий на вход ПЛК.

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведены на рисунках 12.3, 12.4.

Задание

1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи управления движением конвейера согласно определенному размеру детали с учетом следующих условий:

а) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PB1* (*X20*), команда *Подачи* (*Y0*) для загрузочной воронки переходит состояние *ON* и осуществляется подача детали. Когда кнопка *PB1*(*X20*) отпущена, команда *Подачи* (*Y0*) переходит в состояние *OFF*.

b) Когда тумблер *SW1(X24)* на **Панели управления** установлен в положение *ON*, конвейеры движутся. Когда тумблер *SW1(X24)* установлен в положение *OFF*, конвейеры останавливаются.

c) Большие, средние и мелкие детали на конвейерах сортируются по сигналам, поступающим от датчиков *Верхний (X0)*, *Средний (X1)* и *Нижний (X2)* и переносятся к установленным для каждого размера поддонам.

Большая деталь: сталкивается на нижний конвейер и переносится к правому поддону L.

Средняя деталь: переносится к поддону M роботом.

Малая деталь: сталкивается на нижний конвейер и переносится к левому поддону S.

d) Когда датчик *Обнаружение детали (X3)* переходит в состояние *ON*, конвейер останавливается и большая или малая деталь сталкивается на нижний конвейер.

ЗАМЕЧАНИЕ

Когда команда приведения в действие толкателя установлена в *ON*, он выдвигается полностью. В состоянии *OFF* толкатель полностью втягивается.

e) Когда состояние установленного в работе датчика *Деталь на столе (X5)* перейдет в состояние *ON*, команда *Разгрузить (Y4)* устанавливается в состояние *ON* и робот переносит деталь к поддону M. Когда *Функционирование робота окончено (X6)* перейдет в состояние *ON* (состояние *ON* соответствует размещению детали на поддоне), команда *Разгрузить (Y4)* устанавливается в состояние *OFF*.

f) Если на **Панели управления** тумблер *SW2(X25)* установлен в положение *ON*, осуществляется автоматическая подача детали в момент, когда:

- робот начинает переносить деталь среднего размера;
- малая или большая деталь помещена на поддон.

2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**. Подтверждение соответствия программы провести по следующим пунктам:

a) На **Панели управления** установите в положение *ON* тумблер *SW1(X24)*

Результат ► конвейер движется вправо.

b) На **Панели управления** нажмите кнопку *PB1 (X20)*

Результат ► деталь поступает из загрузочной воронки.

c) Сортировка деталей по размеру

Результат ► Большая деталь: сталкивается на нижний конвейер и переносится к правому поддону L.

Средняя деталь: переносится к поддону М роботом.

Малая деталь: сталкивается на нижний конвейер и переносится к левому поддону S.

d) Функционирование во время установки тумблера *SW2 (X25)* на **Панели управления** в положение *ON*

Результат ► очередная деталь поступает из загрузочной воронки, когда робот начинает перемещать среднюю деталь или когда малая или большая деталь окажется на поддоне.

3. Разработать схему алгоритма управляющей программы.

Структурная схема системы управления к упражнению F-5

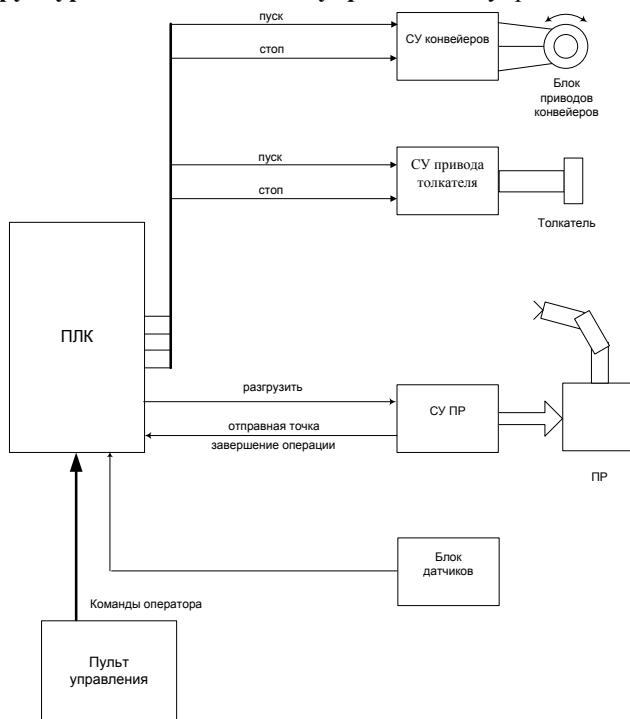
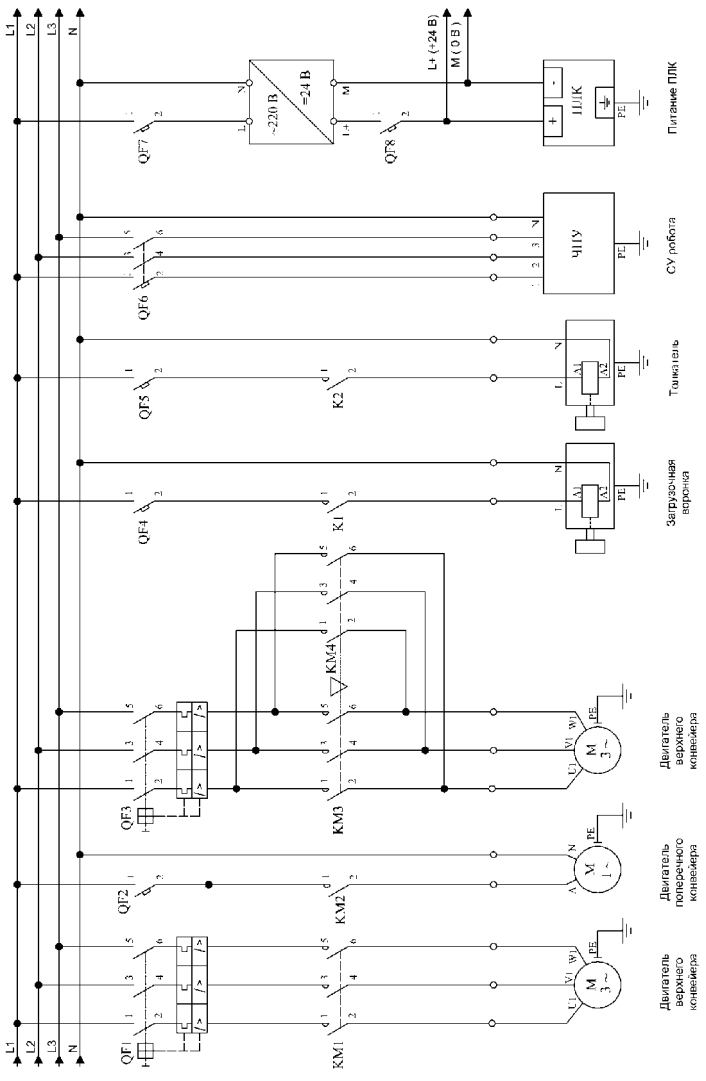
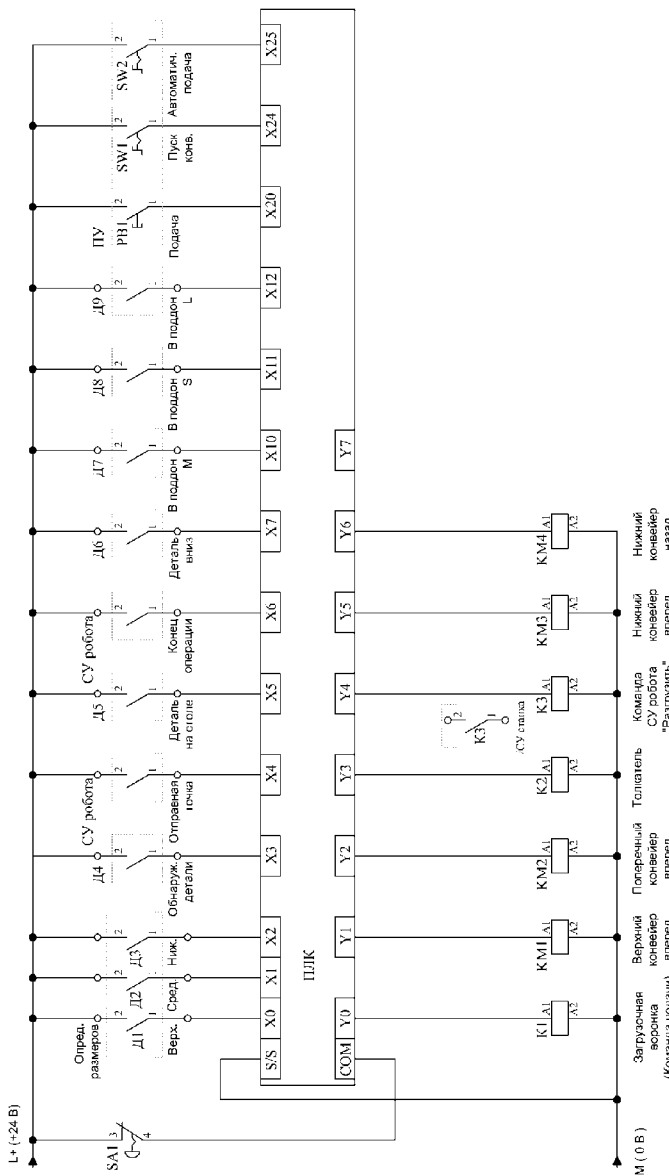


Рисунок 12.2 – Структурная схема СУ к упражнению F-5





L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)

GV1 – источник питания постоянного тока +24 В

PE – провод заземления

QF1, QF3 – автоматический выключатель для двигателя с тепловым

реле

QF2, QF4...QF8 – автоматические выключатели

KM1 – контактор для управления двигателем (верхний конвейер вперед)

KM2 – контактор для управления двигателем (поперечный конвейер вперед)

KM3 – контактор для управления двигателем (нижний конвейер вперед)

KM4 – контактор для управления двигателем (нижний конвейер назад)

K1 – реле для подачи управления загрузочной воронкой

K2 – реле для управления толкателем

K3 – реле для подачи управляющего сигнала СУ робота («Разгрузить»)

SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

D1...D3 – датчики определения размера детали

D4...D9 – датчики положения

PB1 – кнопка на пульте управления («Подача детали»)

SW1, SW2 – тумблеры на панели управления

Контрольные вопросы

1. Назовите функции регистров отображения входов и выходов.
2. Инструкция обновления регистров отображения.
3. Инструкции использования высокоскоростного счетчика.
4. Синтаксис выдачи определенного числа импульсов с жестко заданной частотой и соотношением ширины импульса 50:50.
5. Синтаксис выдачи импульсов с жестко заданной шириной импульса и продолжительностью периода.

Синтаксис выдачи определенного числа импульсов с заданной частотой.

Лабораторная работа № 13

УПРАВЛЕНИЕ ПОДЪЕМНЫМ ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ

Цель работы

Самостоятельно создать программное обеспечение для заданной в упражнении F-6 СУ, используя изученные ранее инструкции, применяемые при программировании контроллеров.

Упражнение F-6 – Управление подъемным приспособлением

На рисунке 13.1 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

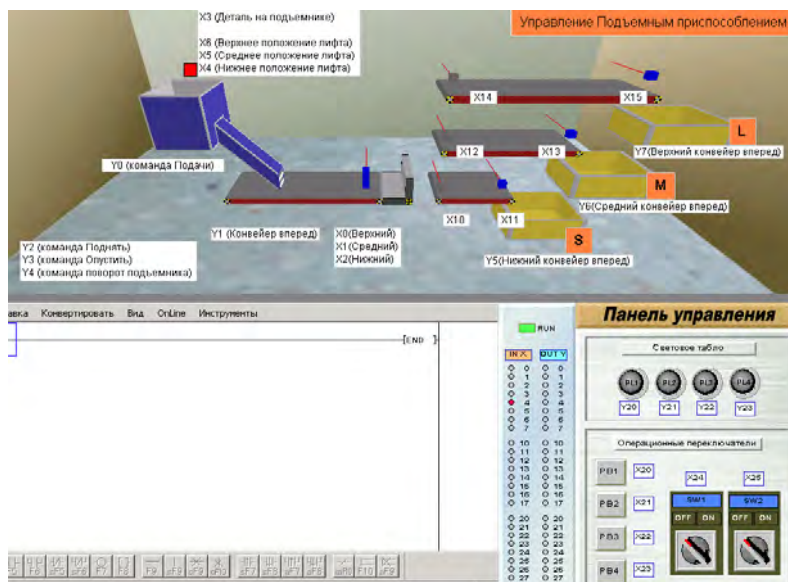


Рисунок 13.1 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению F-6

Кнопка *PB1* (вход *X20* контроллера) задает для бункера с выхода *Y0* контроллера управляющий сигнал подачи детали на конвейер. Тумблер *SW1* (вход *X24* контроллера) управляет пуском-остановом конвейера с выхода *Y1* в положениях *ON/OFF* соответственно. Датчики *Верхний (X0)*, *Средний (X1)* и *Нижний (X2)* фиксируют прохождение деталей большой, средней и малой величины соответственно. Датчик *Деталь на подъемнике (X3)* фиксирует нахождение детали на подъемнике и в соответствии с показаниями датчиков *X0*, *X1*, *X2* переносит деталь на верхний, средний или нижний конвейер. После того, как один из датчиков *X10*, *X12* или *X14* с левого конца конвейера обнаружит деталь, соответствующий конвейер переходит в состояние *ON* и переносит деталь к поддону с правой стороны. Конвейер останавливается спустя 3 секунды после того, как деталь пройдет мимо датчика *X11*, *X13* или *X15* в правом конце конвейера. *Подъемом (Y2)* и *опусканием (Y3)* подъемника управляют сигналы датчиков *Нижнее (X4)*, *Среднее (X5)* и *Верхнее положение подъемника (X6)*. Когда деталь перенесена с подъемника на конвейер, переходит в состояние *ON* команда *Вращения подъемника (Y4)* и он возвращается в начальное положение.

Для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 13.2.

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам блока датчиков реализует управление технологическим оборудованием. Выходные сигналы датчиков поступают на входы контроллера. Обработка сигналов датчиков осуществляется программно. Конвейеры приводятся в движение трехфазными асинхронными двигателями с релейно-контактной СУ. С выходов контроллер инициирует запуск и остановку конвейера.

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведены на рисунках 13.3, 13.4.

Задание

1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи управления движением подъемника с учетом следующих условий:

Общее управление

а) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PB1(X20)* команда *Подачи (Y0)* для загрузочной воронки переходит состояние *ON* и осуществляется подача детали. Когда кнопка *PB1(X20)* отпущена, команда *Подачи (Y0)* переходит в состояние *OFF*.

b) Когда тумблер *SW1 (X24)* на **Панели управления** установлен в положение *ON*, конвейер, на который поступают детали из загрузочной воронки, движется. Когда тумблер *SW1 (X24)* установлен в положение *OFF*, конвейер останавливается.

c) После того, как один из датчиков *X10, X12* или *X14* с левого конца конвейера обнаружит деталь, соответствующий конвейер переходит в состояние *ON* и переносит деталь к поддону с правой стороны. Конвейер останавливается спустя 3 секунды после того, как деталь пройдет мимо датчика *X11, X13* или *X15* в правом конце конвейера.

d) Большие, средние и мелкие детали на конвейере сортируются по сигналам, поступающим от датчиков *Верхний (X0), Средний (X1)* и *Нижний (X2)*.

Управление подъемником

a) Когда встроенный в подъемник датчик *Деталь на подъемнике (X3)* переходит в состояние *ON*, осуществляется перенос детали согласно ее размеру к одному из следующих конвейеров:

Большая деталь: к верхнему конвейеру.

Средняя деталь: к среднему конвейеру.

Малая деталь: к нижнему конвейеру.

b) Команды *Подъемник вверх (Y2)* и *Подъемник вниз (Y3)* подаются согласно положению подъемника, определяемому датчиками *Верхний (X6), Средний (X5)* и *Нижний (X4)*.

c) Когда деталь перенесена с подъемника на конвейер, переходит в состояние *ON* команда *Вращения подъемника (Y4)*.

d) После того, как деталь перенесена, подъемник должен возвратиться в начальное положение и находиться в ожидании.

2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**. Подтверждение соответствия программы провести по следующим пунктам:

a) На **Панели управления** установите в положение *ON* тумблер *SW1 (X24)*

Результат ► конвейер движется вправо.

b) На **Панели управления** нажмите кнопку *PB1 (X20)*

Результат ► из загрузочной воронки подается деталь.

c) Функционирование подъемника

Результат ► Когда деталь большого или среднего размера установлена на подъемник, то он поднимается до верхнего или среднего конвейера и останавливается. Когда деталь малой величины установлена на подъемник, он остается в начальном положении.

d) Перенос детали

Результат ► Подъемник разворачивается и устанавливает деталь на конвейер, который переносит ее вправо к поддону.

е) Возвращение подъемника

Результат ► подъемник без детали возвращается в начальное положение и находится в ожидании.

ф) Повторение функционирования

Результат ► Когда нажата кнопка *PB1 (X20)*, функционирование повторяется, начиная с шага б).

Разработать схему алгоритма управляющей программы.

Структурная схема системы управления к упражнению F-6

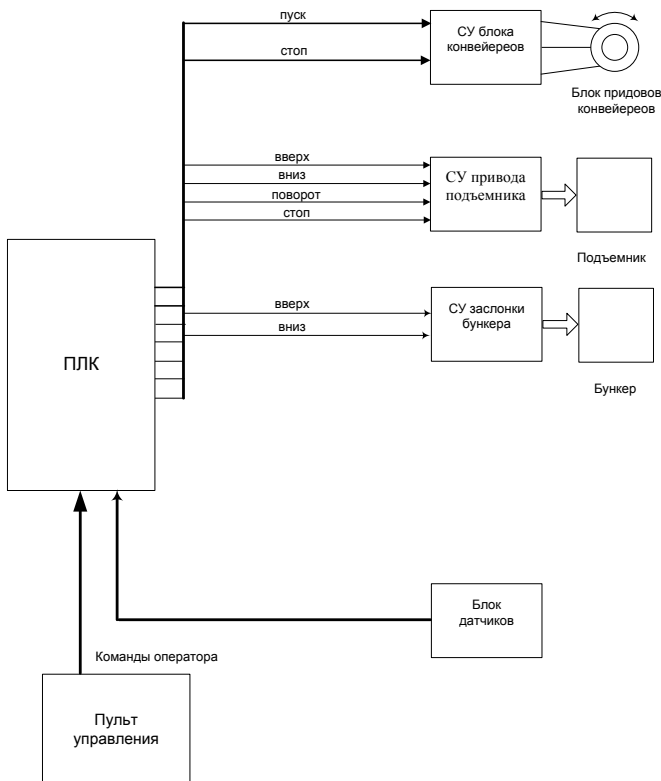
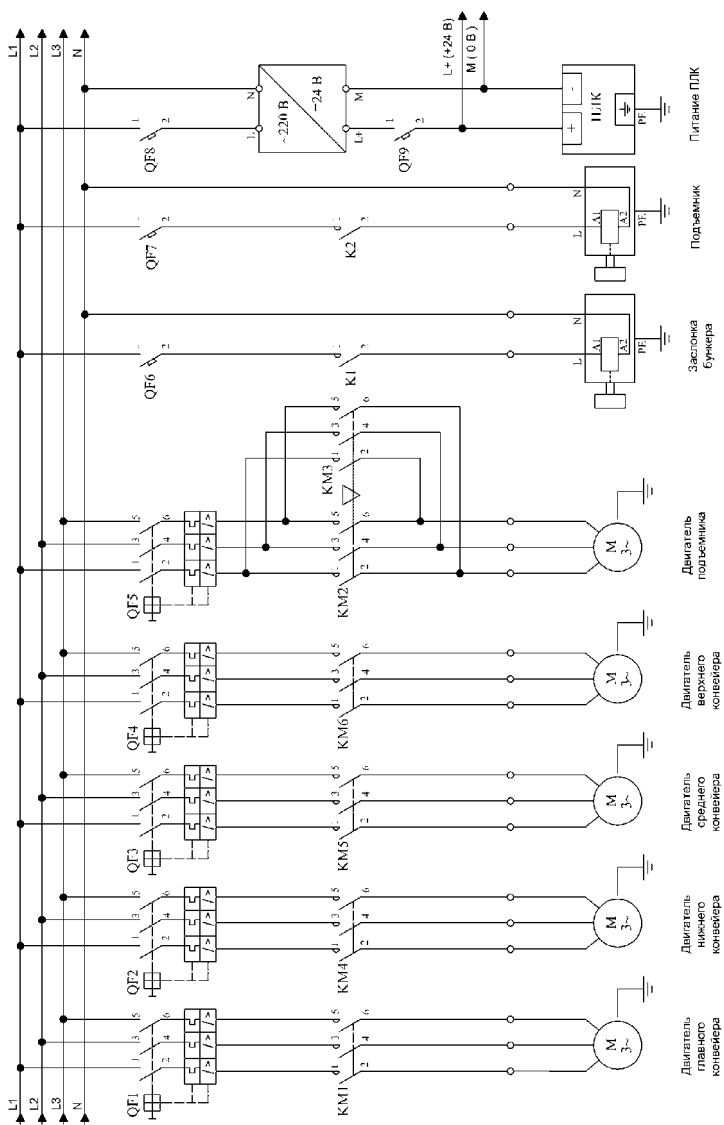


Рисунок 13.2 – Структурная схема СУ к упражнению F-6



L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)

GV1 – источник питания постоянного тока +24 В

PE – провод заземления

QF1...QF5 – автоматические выключатели для двигателя с тепловым реле

QF6...QF9 – автоматические выключатели

KM1 – контактор для управления двигателем (главный конвейер вперед)

KM2 – контактор для управления двигателем (поднять подъемник)

KM3 – контактор для управления двигателем (опустить подъемник)

KM4 – контактор для управления двигателем (нижний конвейер вперед)

KM5 – контактор для управления двигателем (средний конвейер вперед)

KM6 – контактор для управления двигателем (верхний конвейер вперед)

K1 – реле для подачи управляющего сигнала заслонки бункера

K2 – реле для управления поворотом подъемника

D1...D3 – датчики определения размера детали

D4...D13 – датчики положения

PB1 – кнопка на пульте управления («Подача детали»)

SW1, SW2 – тумблеры на панели управления

SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

Контрольные вопросы

1. Инструкции для программирования шагового управления.
2. Какие виды STL-разветвлений вы знаете?
3. Команды сложения и вычитания двух числовых данных.
4. Команды умножения двух числовых данных. Команды умножения 16-битных и 32-битных данных.
5. Команды деления двух числовых данных. Команды деления 16-битных и 32-битных данных.
6. Синтаксис команд приращения и уменьшения.
Назначение и функциональные возможности SCADA-систем.

Лабораторная работа № 14

ЛИНИЯ СОРТИРОВКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Цель работы

Самостоятельно разработать программное обеспечение для заданной в упражнении F-7 СУ, используя изученные ранее инструкции, применяемые при программировании контроллеров.

Упражнение F-7 – Линия сортировки и распределения

На рисунке 14.1 показана **Панель управления** с индикаторами состояния входов-выходов ПЛК, кнопками и тумблерами, с помощью которых задаются сигналы управления виртуальным оборудованием.

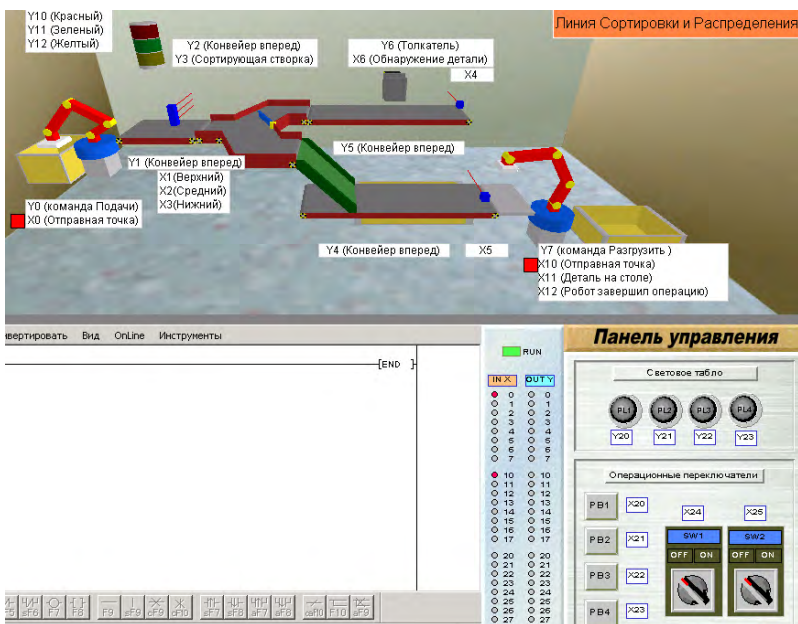


Рисунок 14.1 – Панель управления и виртуальное оборудование к упражнению F-7

Кнопка *PB1* (вход *X20* контроллера) задает для робота с выхода *Y0* управляющий сигнал подачи детали на конвейер. Тумблер *SW1* (вход *X24* контроллера) управляет пуском-остановом конвейеров с выходов *Y1*, *Y2*, *Y4* и *Y5* в положениях *ON/OFF* соответственно. Датчики *Верхний (X1)*, *Средний (X2)* и *Нижний (X3)* фиксируют прохождение деталей большой, средней и малой величины соответственно. Детали большой и малой величины посредством *Сортирующей створки (Y3)* переносятся к тыловому конвейеру, после чего большая деталь падает с правой стороны от конвейера, а малая сталкивается *толкателем (Y6)* в поддон. Детали средней величины переносятся к переднему конвейеру и затем помещаются роботом в поддон.

Тумблер *SW2* (вход *X25* контроллера) в положении *ON* обеспечивает автоматическую подачу деталей в случае, когда робот-разгрузчик начинает переносить деталь среднего размера в поддон, либо когда малая деталь помещена в поддон или большая упала с правой стороны конвейера.

Для реализации поставленной задачи управления технологическим оборудованием предлагается система управления, структурная схема которой показана на рисунке 14.2.

Основным управляющим элементом системы является ПЛК, который по сигналам блока датчиков реализует управление технологическим оборудованием. Выходные сигналы датчиков поступают на входы контроллера. Обработка сигналов датчиков осуществляется программно. Конвейеры приводятся в движение трехфазными асинхронными двигателями с релейно-контактной СУ. С выходов контроллер инициирует запуск и остановку конвейера. Запуск программы промышленного робота осуществляется с выхода контроллера сигналом, поступающим на вход системы управления роботом. Дальнейшая работа ПР осуществляется по составленной для него программе. По окончании цикла загрузки и возврату в исходную позицию с СУ ПР выдается сигнал “Конец цикла”, поступающий на вход ПЛК.

Схемы подключения оборудования и входов-выходов ПЛК приведены на рисунках 14.3, 14.4.

Задание

1. Разработать управляющую программу для реализации поставленной задачи сортировки деталей в точно установленное место в соответствии с их размерами с учетом следующих условий:

а) Когда на **Панели управления** нажата кнопка *PB1(X20)*, команда *Подачи (Y0)* для робота переходит в состояние *ON* и робот подает деталь. Команда *Подачи (Y0)* переходит в состояние *OFF*, когда робот закончил помещать деталь и возвратился в отправную точку.

б) Когда на **Панели управления** тумблер *SW1 (X24)* переведен в положение *ON*, конвейеры движутся. Когда тумблер *SW1 (X24)* установлен в положение *OFF*, конвейеры останавливаются.

с) Большие, средние и мелкие детали на конвейерах сортируются по сигналам, поступающим от датчиков *Верхний (X1)*, *Средний (X2)* и *Нижний (X3)* и переносятся к установленным для каждого размера детали конвейерам и поддонам.

Большая деталь: Переносится к тыловому конвейеру, когда *Сортирующая створка (Y3)* конвейера с отводами установлена в состояние *ON* и далее, перемещаясь по конвейеру, падает с правой стороны.

Средняя деталь: Переносится к переднему конвейеру, когда *Сортирующая створка (Y3)* конвейера с отводами установлена в состояние *OFF* и далее роботом-разгрузчиком переносится в поддон.

Малая деталь: Переносится к тыловому конвейеру, когда *Сортирующая створка (Y3)* конвейера с отводами установлена в состояние *ON*. Когда датчик *Обнаружения детали (X6)* в конвейере с отводами фиксирует прохождение детали, конвейер останавливается и деталь сталкивается в поддон.

д) Когда встроенный в робот-разгрузчик датчик *Деталь на столе (X11)* переходит в состояние *ON*, команда *Разгрузить (Y7)* устанавливается в состояние *ON* и робот-разгрузчик переносит деталь в поддон. Когда деталь помещена в поддон, команда *Разгрузить (Y7)* переходит в состояние *OFF*.

е) Если тумблер *SW2 (X25)* на **Панели управления** переключен в положение *ON*, очередная деталь автоматически подается роботом в момент когда:

- Робот-разгрузчик начинает переносить деталь среднего размера;
- Малая деталь помещена в поддон или большая упала с правой стороны конвейера.

ф) Проблесковые огни зажигаются следующим образом:

- Красный горит во время загрузки детали роботом;
- Зеленый горит во время перемещения конвейера;
- Желтый горит во время остановки конвейера.

2. Выполнить проверку соответствия программы заданным условиям посредством **3D- графической имитации**. Подтверждение соответствия программы провести по следующим пунктам:

а) На **Панели управления** установите в положение *ON* тумблер *SW1 (X24)*

Результат ► конвейер перемещается вправо.

б) На **Панели управления** нажмите кнопку *PB1 (X20)*

Результат ► робот выполняет подачу детали.

с) Сортировка деталей по размеру

Результат ► Большая деталь: Переносится к тыловому конвейеру и падает с правой стороны.

Средняя деталь: Переносится к переднему конвейеру и помещается роботом-разгрузчиком в поддон.

Малая деталь: Переносится к тыловому конвейеру и сталкивается толкателем в нижний поддон.

d) Функционирование во время установки тумблера *SW2 (X25)* на **Панели управления** в положение *ON*

Результат ► очередная деталь автоматически подается роботом в момент, когда:

- Робот-разгрузчик начинает переносить деталь среднего размера;
- Малая деталь помещена в поддон или большая упала с правой стороны конвейера.

3. Разработать схему алгоритма управляющей программы.

Структурная схема системы управления к упражнению F-7

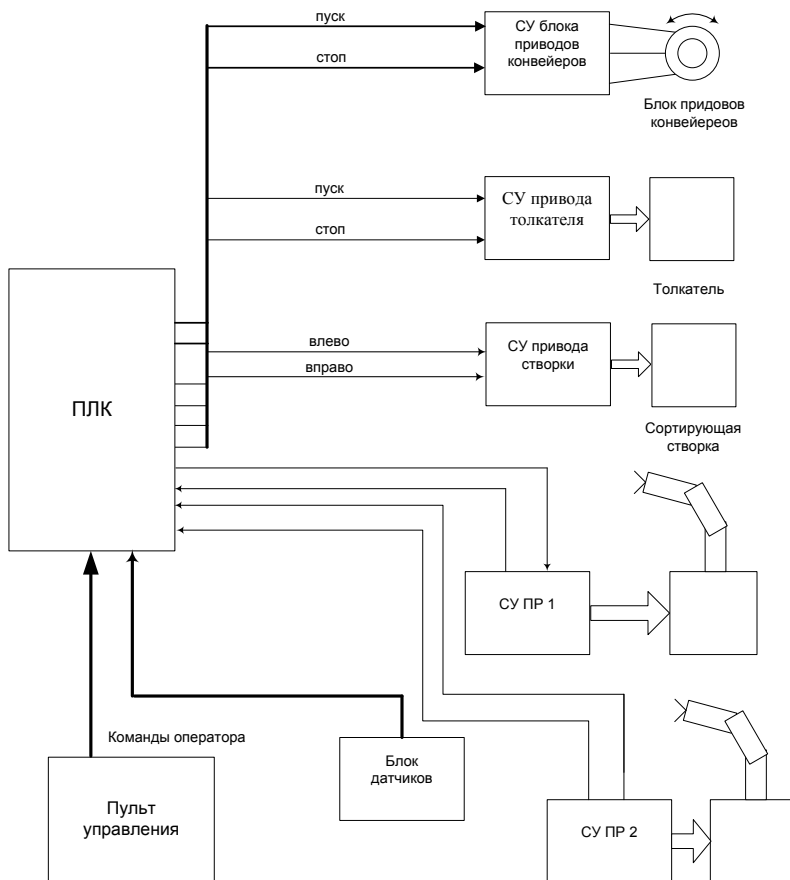
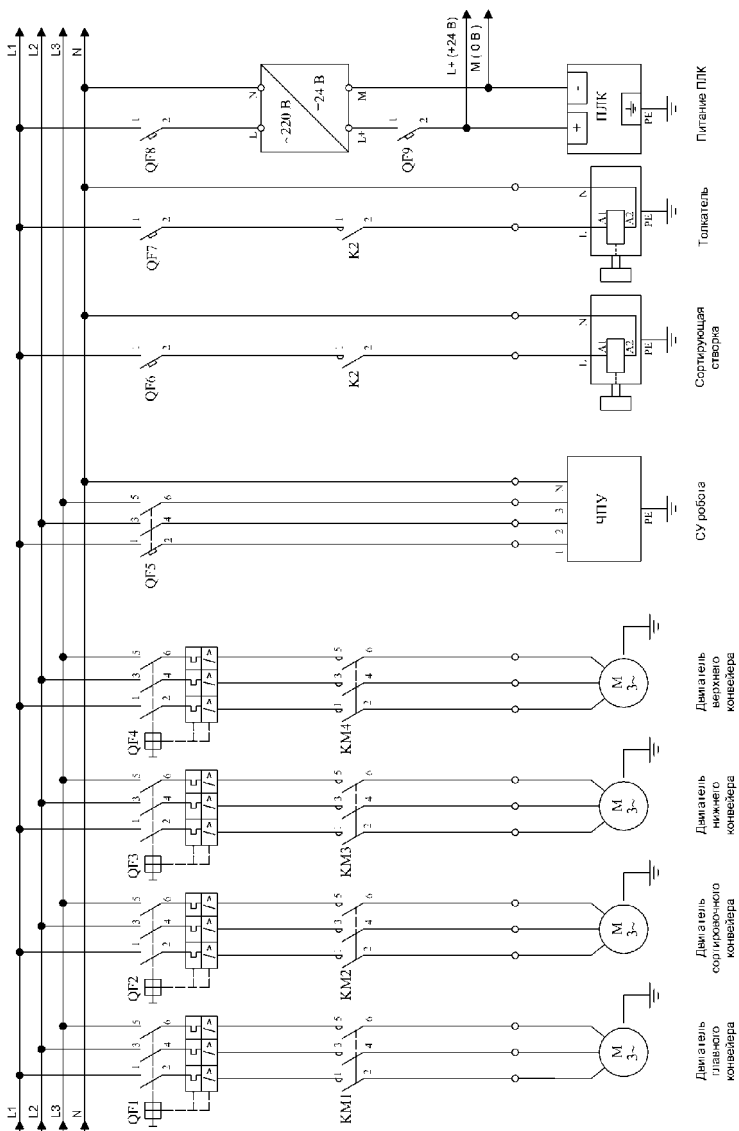
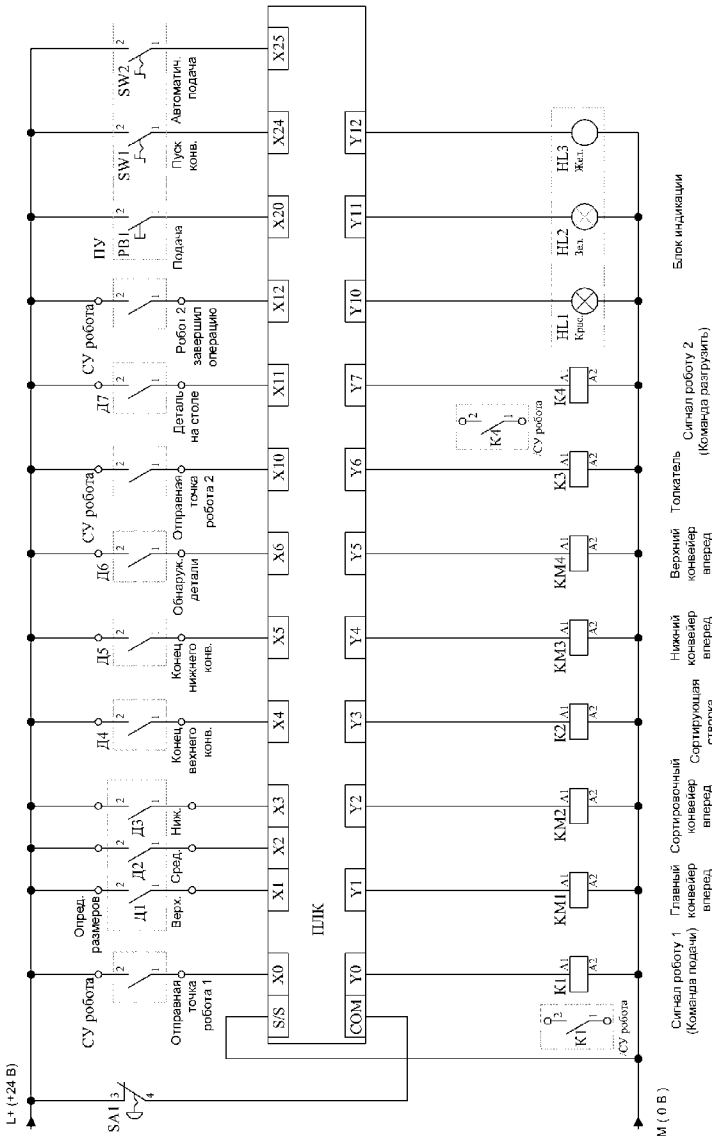


Рисунок 14.2 – Структурная схема СУ к упражнению F-7





L1, L2, L3, N – трехфазный источник питания (380 В, 50 Гц)

GV1 – источник питания постоянного тока +24 В

PE – провод заземления

QF1...QF4 – автоматические выключатели для двигателя с тепловым реле

QF5...QF9 – автоматические выключатели

KM1 – контактор для управления двигателем (главный конвейер вперед)

KM2 – контактор для управления двигателем (сортировочный конвейер вперед)

KM3 – контактор для управления двигателем (нижний конвейер вперед)

KM4 – контактор для управления двигателем (верхний конвейер вперед)

K1 – реле для подачи управляющего сигнала роботу 1 (команда подачи)

K2 – реле для управления сортирующей створкой

K3 – реле для управления толкателем

K4 – реле для подачи управляющего сигнала роботу 2 (команда разгрузить)

D1...D3 – датчики определения размера детали

D4...D7 – датчики положения

PB1 – кнопка на пульте управления

SW1, SW2 – тумблеры на панели управления

SA1 – кнопка аварийного выключения (кнопка-гриб с фиксацией)

Контрольные вопросы

1. Классификация и структура регистров (16 и 32-битных).
2. Перечислите форматы чисел, с которыми могут работать ПЛК.
3. Инструкция передачи данных.
4. Инструкции сравнения числовых данных.
5. Инструкция копирования и инвертирования.
6. Инструкция обмена данными между двумя регистрами.
7. Команды сдвига регистра вправо-влево.
8. Синтаксис двоично-десятичного преобразования данных.

Синтаксис команды, выполняющей конвертирование «BCD»-данных в двоичный формат.

Лабораторная работа № 15

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДСВЕТКОЙ РЕКЛАМНОГО ЩИТА

Цель работы

1. Получение практических навыков программирования логических контроллеров в среде **GX Developer**.
2. Разработка программы управления подсветкой рекламного щита в соответствии с заданным алгоритмом.
3. Осуществление диагностики работы программы в *off-line* и *on-line* режимах.

Краткий обзор пакета GX Developer фирмы Mitsubishi

Программирование ПЛК может быть выполнено с помощью целого ряда пакетов ПО, соответствующих стандарту МЭК 1131-3 (более подробная информация приведена в главе 10 «Классификация языков по стандарту МЭК 61131-3» первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами»). В данной работе для программирования ПЛК используется “родной” пакет ПО, поставляемый фирмой Mitsubishi совместно со своей продукцией – GX Developer.

GX Developer представляет собой стандартное средство программирования контроллеров Mitsubishi семейства FX. Пакет сочетает в себе набор функций разработки, отладки и записи программы в ПЛК с использованием интерфейсных возможностей Windows. Внешний вид среды GX Developer приведен на рисунке 15.1.

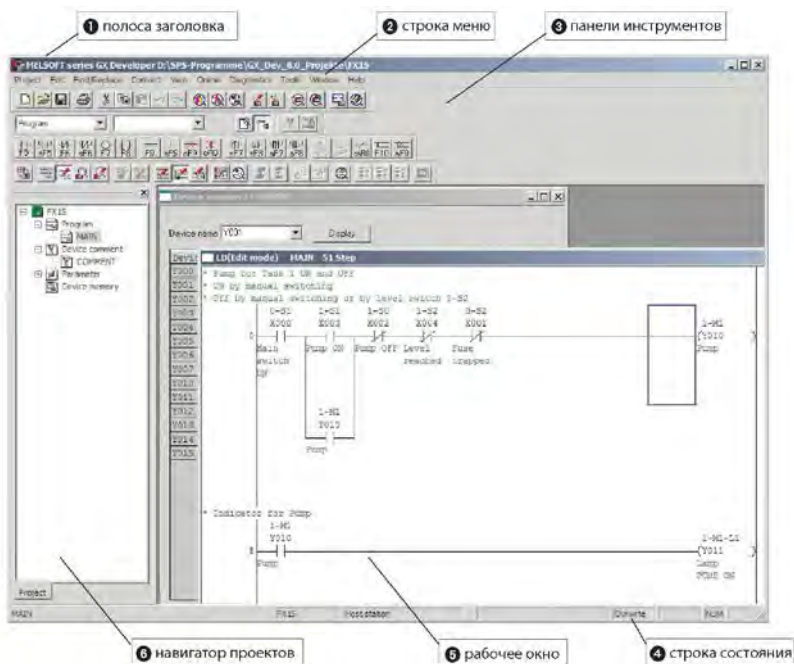
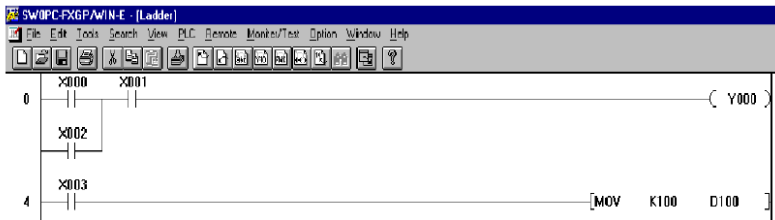


Рисунок 15.1 – GX Developer. Внешний вид среды разработки программы для ПЛК

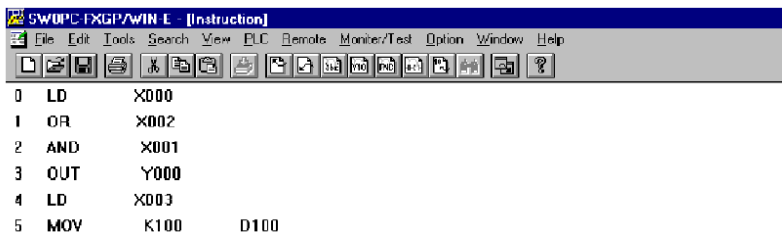
Законченные программные модули могут быть скопированы из одного проекта в другой. Также можно копировать строки инструкций в пределах созданной программы. Данный пакет обеспечивает доступ к параметрам контроллеров, конфигурациям сети и таблицам комментариев. Все параметры контроллеров и сетевые установки проверяются на достоверность при входе.

Пакет позволяет использовать при программировании следующие взаимно конвертируемые языки описания приложения:

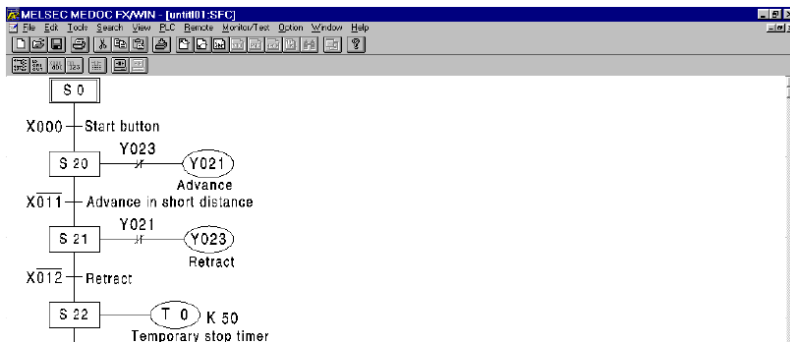
язык релейно-контактных схем MELSEC ladder diagram (LD) - использует в качестве базовых элементов программирования графические элементы "контакты" (contacts) и "катушки" (coils), связанные с входными и выходными каналами соответственно.



список инструкций MELSEG instruction list (IL) - унификация интерфейса языка программирования низкого уровня, неориентированного на какую-либо микропроцессорную архитектуру. На его основе можно создавать оптимальные по быстродействию программные единицы.



язык последовательных функциональных схем (Sequential Function Charts, или Grafset) позволяет формулировать логику программы на основе чередующихся процедурных шагов и транзакций (условных переходов), а также описывать последовательно-параллельные задачи в понятной и наглядной форме.



Другой важной особенностью является интеграция программы **Ladder Logic Test**, которая позволяет программисту производить имита-

цию работы программы в режиме off-line (см. рисунок 15.2). Интегрированные редакторы *Ladder Logic Test* позволяют манипулировать всеми регистрами данных, вводами-выводами и реле.

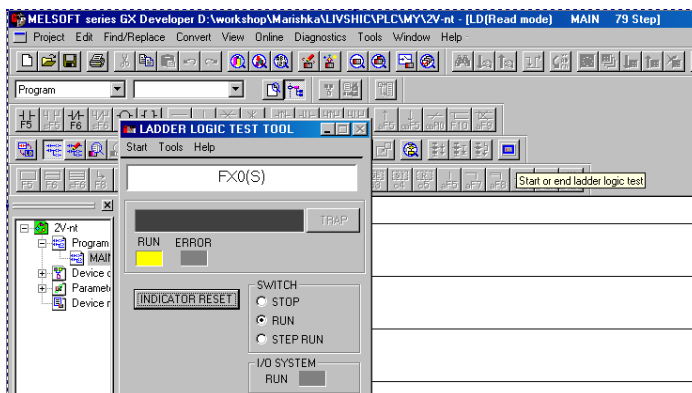


Рисунок 15.2 – Имитация работы программы Ladder Logic Test

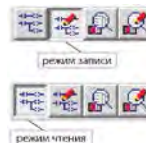
Краткие сведения по работе с программой

Пакет GX Developer имеет интуитивно понятный пользовательский интерфейс. Для создания нового проекта следует нажать кнопку *New Project* на панели инструментов и в открывшемся диалоговом окне указать серию и тип программируемого контроллера, а также выбрать язык программирования. Для программирования на языке релейно-контактных схем (LD) в программе предусмотрена отдельная панель инструментов *Ladder Symbols* с подписями «горячих» клавиш.



Переключение между языками описания приложения релейно-контактных схем (LD) и списком инструкций (IL) осуществляется нажатием кнопки *Ladder/Inst. list view switches*.

Для ввода или изменения инструкций должен быть активирован режим записи (*Write mode*). Режим чтения (*Read mode*), в котором изменение программы невозможно, служит для просмотра программы или поиска операндов.



Если в программе указываются только служит для просмотра программы или поиска операндов.

Если в программе указываются только операнды с их адресами, то очень быстро утрачивается обзорность программы. Программы с несколькими сотнями цепей без каких-либо комментариев понимает только разработчик. Поэтому подробное документирование программы настолько же важно, как и само программирование.

GX Developer предлагает три способа документирования:

- комментарии к операндам
- текстовые вставки (*Statements*)
- надписи

Комментарий к операнду - это краткое описание, присвоенное операнду. Комментарии к операндам можно либо обрабатывать в файле COMMENT независимо от программирования (см. рисунок 15.3), либо вводить во время программирования при вводе операнда. В последнем случае файл COMMENT обновляется автоматически. Чтобы комментарии можно было вводить при программировании, необходимо в меню *Tools* открыть окно диалогов *Options* и на закладке *Program Common* активировать опцию *Continuous during write*. В этом случае при вводе операнда вы имеете возможность заново ввести комментарий для этого операнда или обработать уже имеющийся комментарий.

Как правило, функция входов и выходов известна уже до программирования, и поэтому комментарии можно ввести заранее, непосредственно в файл комментариев.

Для обработки этого файла щелкните в навигаторе проектов двойным щелчком по COMMENT.

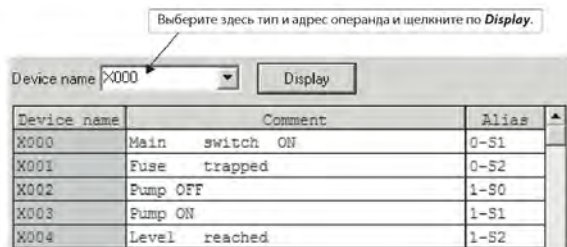
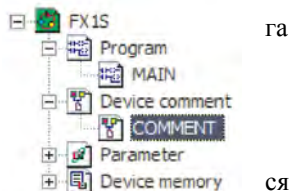


Рисунок 15.3 – Ввод комментариев к операндам в файл COMMENT

Для каждого операнда можно ввести комментарий (*Comment*) длиной до 32 знаков и альтернативное название (*Alias*) длиной до 8 знаков.

Альтернативное название представляет собой краткое обозначение операнда, которое можно показывать на экране вместе с настоящим названием операнда или вместо него. В качестве альтернативных названий можно использовать, например, идентификационные обозначения конструктивных элементов, по которым можно однозначно идентифицировать входы и выходы установки.

В меню *View* можно выбрать, должны ли в программе показываться комментарии к операндам и (или) альтернативные обозначения.

Кроме того, если комментарии к операндам планируется сохранить в контроллере, то в параметрах контроллера MELSEC семейства FX для этого должна быть зарезервирована память. При этом место, резервируемое для комментариев, отнимается от памяти для программы. Например, в контроллере серии FX1s можно сохранить 2000 шагов программы. Если в нем создается 1 блок для комментариев, как это показано на иллюстрации справа, то в этом контроллере можно сохранить 50 комментариев к операндам. Каждый блок с 50 комментариями уменьшает объем памяти для программы на 500 шагов программы. В контроллере FX1s можно зарезервировать до 3 блоков комментариев с 150 комментариями к операндам. После этого еще остается место для 500 шагов программы. Размер файла с комментариями к операндам можно уменьшить, выполнив в меню *Tools* функцию *Delete unused comments* (стереть неиспользуемые комментарии).

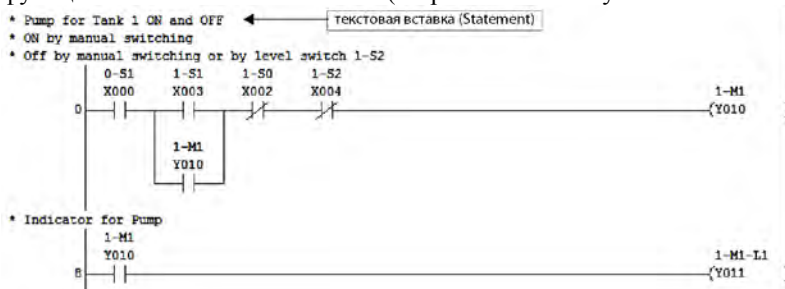


Рисунок 15.4 – Текстовые вставки в GX Developer

Текстовые вставки *Statements* (см. рисунок 15.4) служат для разъяснения и структурирования программы. Они призваны улучшить и ускорить понимание программы. Каждая текстовая вставка изображается в ви-

де одной строки и может содержать до 64 знаков. Для каждой цепи можно ввести 15 строк текстовых вставок.

Надпись (рисунок 15.5) можно сделать для каждой команды вывода или прикладной инструкции в конце цепи тока, в виде одной строки длиной до 32 знаков.

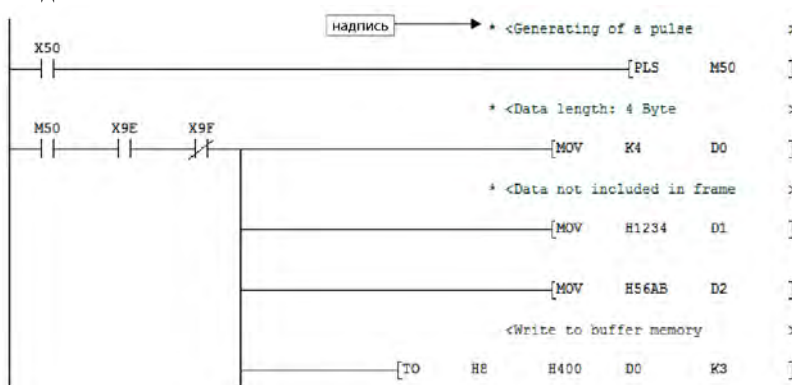


Рисунок 15.5 – Надписи в GX Developer

Возможность ввода текстовых вставок и надписей можно активировать в меню *Edit – Documentation – Statement* или *Edit – Documentation – Note*. Следует отметить, что запись текстовых вставок и надписей в контроллеры семейства FX невозможна.

Чтобы проанализировать работу программы в режиме off-line, необходимо сначала конвертировать ее в «понятный» контроллеру язык (команда *Convert* в меню *Convert* или клавиша F4). Затем вызывается программа *Ladder Logic Test* нажатием соответствующей кнопки на панели инструментов. Появляется окно запуска программы на выполнение, ее остановки или пошагового выполнения (см. рисунок 15.2) и имитируется запись данных в ПЛК.

Используя монитор переменных *Entry data monitor*, можно наблюдать текущие состояния операндов. Двойным щелчком по пустой ячейке в столбце *Device* (см. рисунок 15.6) вызывается окно регистрации операндов, используемых в программе. Кнопка *Start monitor* в окне *Entry data monitor* запускает программу на выполнение, в ходе которого, следуя заданному алгоритму, выводятся значения зарегистрированных операндов, что дает пользователю максимум прозрачности при анализе работы программы.

При тестировании программы имеется также возможность влиять на состояния или значения операндов непосредственно из программатора.

Если, например, для запуска определенного процесса нужен входной сигнал выключателя, то на компьютере этому входу можно присвоить требуемое состояние, а затем наблюдать за дальнейшим ходом программы. Для этого двойным щелчком по операнду, состояние которого нужно задать принудительно, вызывается окно *Device test* (внешний вид его показан на рисунке 15.6), в котором нужно нажать *Force On* для данного элемента.

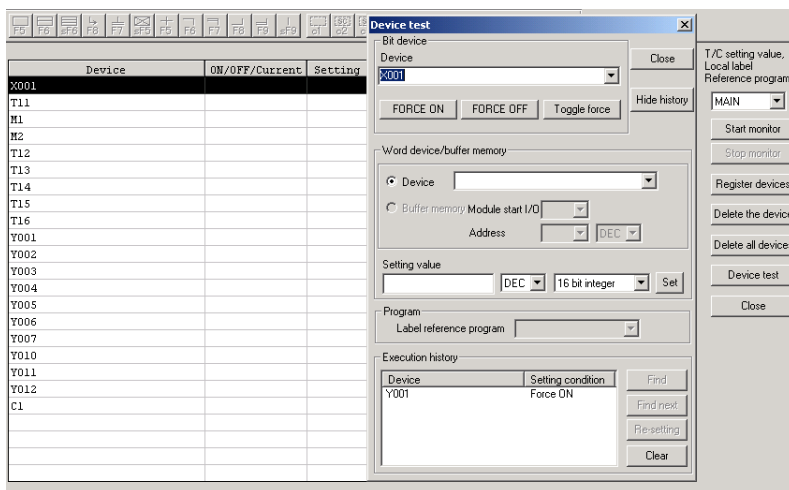


Рисунок 15.6 – Device test. Внешний вид

Прежде чем записать программу в контроллер, ее необходимо проверить на наличие ошибок. Для этого выберите в меню *Tools* функцию *Check program*. Проверка запускается по нажатию кнопки *Execute*. Результат проверки выводится в нижней части диалогового окна. Переход к месту в программе, где обнаружена ошибка, осуществляется двойным щелчком по соответствующему сообщению об ошибке. В этом примере в качестве операнда команды вывода два раза использован один и тот же выход.

Запись программы в память контроллера осуществляется через последовательные интерфейсы (RS232 – RS422) с помощью специального кабеля подключения через порты Com1 - Com4. Следует отметить, что перед записью программы необходимо перевести переключатель



ет-

RUN/STOP на контроллере в режим *STOP*, а также стереть из памяти контроллера предыдущую программу нажатием в диалоговом окне *Write to PLC* кнопки *Clear PLC memory*...

Настройка подключения контроллера к программатору вызывается в меню *Online – Transfer setup*.

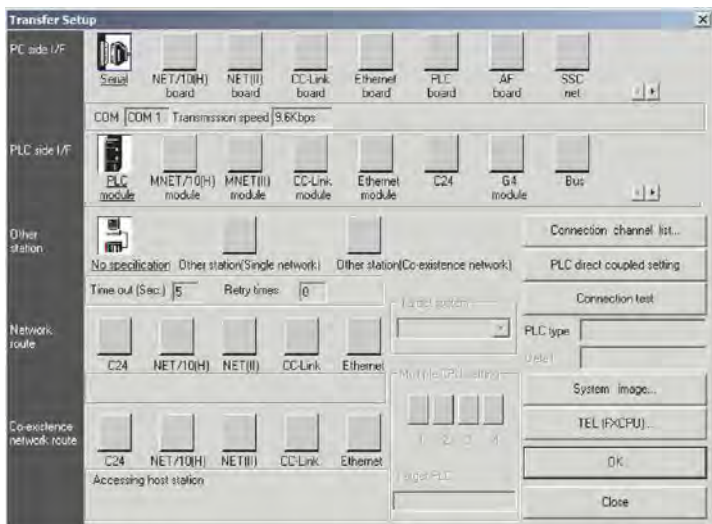



Рисунок 15.7 – Transfer Setup. Настройка подключения контроллера к программатору



Двойным щелчком по пиктограмме *Serial* вызывается диалоговое окно настройки порта и скорости передачи данных по интерфейсу RS232. Стандартная скорость передачи данных 9,6 кбод. Проверка связи осуществляется по нажатию кнопки *Connection test* в диалоговом окне *Transfer Setup* (см. рисунок 15.7). Если устройства могут обмениваться между собой данными, появляется сообщение: **Successfully connected with the FX0sCPU.**

Нажатием кнопки  *Write to PLC* на стандартной панели инструментов GX Developer вызывается диалоговое окно *Write to PLC*, представленное на рисунке 15.8., в котором необходимо отметить пункт *Pro-*

gram – MAIN. Нажатие кнопки *Execute* осуществляет запись программы в память контроллера.

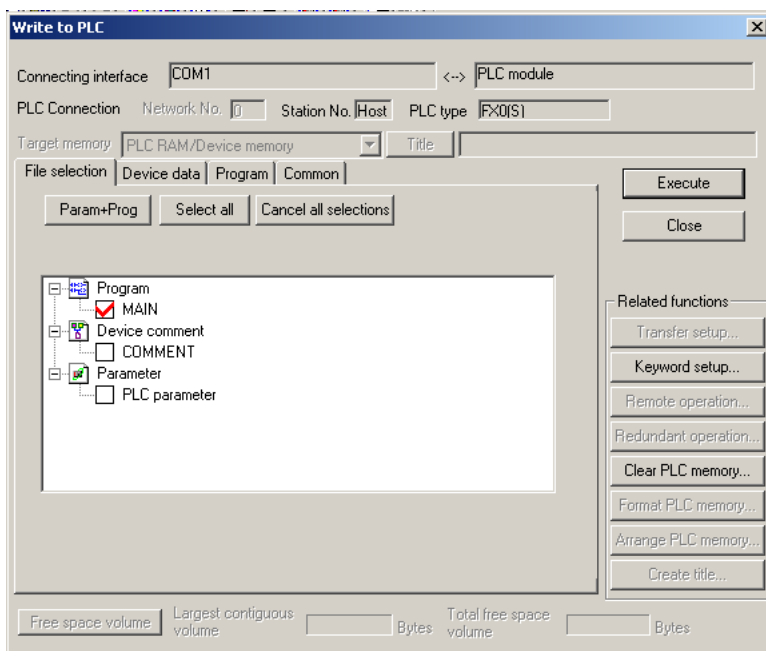


Рисунок 15.8 – Write to PLC. Запись программы в память контроллера

После выдачи сообщения об успешной записи следует перевести переключатель RUN/STOP на контроллере в режим *RUN*, после чего можно запускать обработку контроллером заданной программы.

Описание лабораторного стенда

В лабораторной работе в основе СУ подсветкой рекламного щита заложен программируемый логический контроллер Mitsubishi MELSEC FX0S-30MR-DS. Описание контроллера приведено в таблице 2.1 – Технические характеристики контроллеров главы 2 «Основные характеристики и параметры ПЛК» первой части учебно-методического пособия «Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами». Внешний вид рекламного щита представлен на рисунке 15.9, схема подключения контроллера – на рисунке 15.10. Каждой букве и логотипу компании Mitsubishi соответствует свой светодиод, подключенный к соответствующим выходам контроллера (Y0...Y12). Справа на щите находится тумблер ON/OFF, подключенный к входу X0 контроллера. В качестве источника питания используется стабилизированный источник питания постоянного тока на 24В.



Рисунок 15.9 – Внешний вид рекламного щита

Схема подключения контроллера

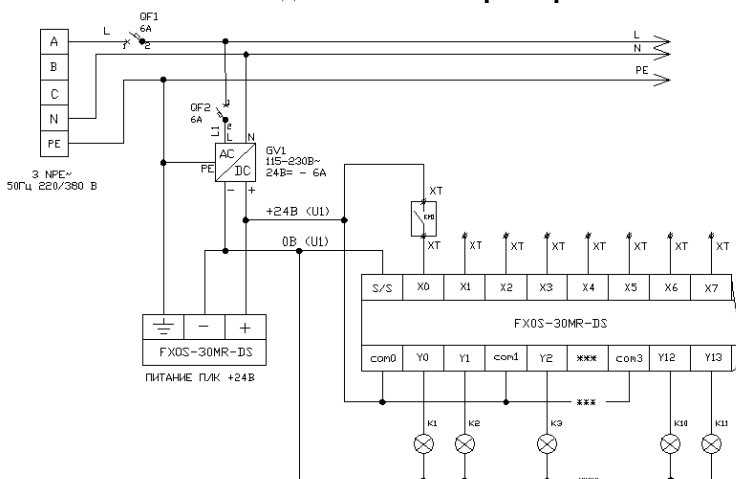


Рисунок 15.10 – Схема подключения ПЛК

Задание**Вариант 1. Разработка программы управления подсветкой рекламного стенда**

1. Разработать программу, управляющую подсветкой рекламного стенда, по следующему алгоритму:

1.1 с интервалом 1с после включения тумблера (вход X0) включаются попарно лампочки 1 и 10 (выходы У0 и У12), 2 и 9 (выходы У1 и У11) и т.д.;

1.2 после включения последней пары лампочек 5 и 6 (выходы У4 и У5) и выдерживается пауза 1с;

1.3 после паузы включается лампочка 11 под логотипом (выход У12);

1.4 через 1 с все лампочки одновременно отключаются на 0,5 с;

1.5 через 0,5 с все лампочки одновременно включаются и выдерживается пауза 0,5 с;

1.6 повторить пункты 1.4 и 1.5 еще 2 раза;

1.7 погасить одновременно все лампочки на 1 с;

1.8 продолжить отработку программой заданного алгоритма, начиная с п.1.1.

2. Произвести имитацию работы программы в режиме off-line посредством программы **Ladder Logic Test**.

3. Убедившись в выполнении программой заданного алгоритма, записать ее в память контроллера и продемонстрировать работу на стенде.

Более наглядно последовательность включения-выключения лампочек представлена в таблице 15.1.

Таблица 15.1

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Пауза |
|-----|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------|
| | Тумблер X0 | | | | | | | | | | | 1с |
| 1.1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | 1с |
| | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | 9 | 10 | - | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | - | - | 7 | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| 1.2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| 1.3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 1с |
| 1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,5с |
| 1.5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 0,5с |
| 1.6 | Возврат к п.1.4 (2 раза) | | | | | | | | | | | |
| 1.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1с |
| 1.8 | Возврат к п.1.1 | | | | | | | | | | | |

Вариант 2. Разработка программы управления подсветкой рекламного стенда

1. Разработать программу, управляющую подсветкой рекламного стенда, по следующему алгоритму:

1.1 с интервалом 1с после включения тумблера (вход X0) включается лампочка 11 под логотипом (выход Y12);

1.2 через 1 с включаются поочередно лампочки 1, 2 и 3 (выходы Y0, Y1 и Y2);

1.3 через 1с после включения лампочки 3 одновременно включается лампочка 4 (выход Y3) и отключается лампочка 1 (выход Y0); через 1с после включения лампочки 4 одновременно включается лампочка 5 (выход Y4) и отключается лампочка 2 и т.д.;

1.4 с интервалом 1с после одновременного включения последней лампочки 10 (выход Y11) и отключения лампочки 7 (выход Y6) отключаются лампочки 8, 9, 10 (выходы Y7, Y10 и Y11) и лампочка 11 под логотипом (выход Y12);

1.5 выдерживается пауза 1с и одновременно на 1с включаются все лампочки;

1.6 отключается лампочка 11 под логотипом (Y12). Выдерживается пауза 1с;

1.7 через 1с одновременно отключаются лампочки 1, 2 и 9, 10. Выдерживается пауза 1с;

1.8 одновременно отключаются лампочки 3, 4 и 7, 8. Выдерживается пауза 1с;

1.9 одновременно отключаются лампочки 5 и 6;

1.10 повторить пункты 1.5 – 1.9 еще 2 раза;

1.11 продолжить отработку программой заданного алгоритма, начиная с п.1.1.

2. Произвести имитацию работы программы в режиме off-line посредством программы **Ladder Logic Test**.

3. Убедившись в выполнении программой заданного алгоритма, записать ее в память контроллера и продемонстрировать работу на стенде.

Более наглядно последовательность включения-выключения лампочек представлена в таблице 15.2

Таблица 15.2

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Пауза |
|------|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------|
| | Тумблер X0 | | | | | | | | | | | 1с |
| 1.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | |
| 1.2 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 1с |
| 1.3 | - | 2 | 3 | 4 | - | - | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | - | - | 3 | 4 | 5 | - | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | - | - | - | 4 | 5 | 6 | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | - | - | - | - | 5 | 6 | 7 | - | - | - | 11 | 1с |
| | - | - | - | - | - | 6 | 7 | 8 | - | - | 11 | 1с |
| | - | - | - | - | - | - | 7 | 8 | 9 | - | 11 | 1с |
| | - | - | - | - | - | - | - | 8 | 9 | 10 | 11 | 1с |
| 1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 10 | 11 | 1с |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | 11 | 1с |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1с |
| 1.5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 1с |
| 1.6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| 1.7 | - | - | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | - | - | - | 1с |
| 1.8 | - | - | - | - | 5 | 6 | - | - | - | - | - | 1с |
| 1.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1с |
| 1.10 | Возврат к п.1.5 (2 раза) | | | | | | | | | | | |
| 1.11 | Возврат к п.1.1 | | | | | | | | | | | |

Вариант 3. Разработка программы управления подсветкой рекламного стенда

1. Разработать программу, управляющую подсветкой рекламного стенда, по следующему алгоритму:

1.1 с интервалом 1с после включения тумблера (вход X0) включаются поочередно лампочки 11, 1, 2, ... 10 (выходы Y12, Y0, Y1, ... Y11);

1.2 через 1с после включения последней лампочки 10 поочередно отключаются лампочки 11, 1, 2, ... 10 с интервалом 1с;

1.3 через 1с после отключения лампочки 10 попарно включаются лампочки 1 и 10, 2 и 9, 3 и 8, 4 и 7, 5 и 6 с интервалом 1с;

1.4 выдерживается пауза 1с и все лампочки одновременно отключаются;

1.5 повторить пункты 1.3 и 1.4 еще 2 раза;

1.6 продолжить отработку программой заданного алгоритма, начиная с п.1.1.

2. Произвести имитацию работы программы в режиме off-line посредством программы **Ladder Logic Test**.

3. Убедившись в выполнении программой заданного алгоритма, записать ее в память контроллера и продемонстрировать работу на стенде.

Более наглядно последовательность включения-выключения лампочек представлена в таблице 15.3

Таблица 15.3

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Пауза |
|-----|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------|
| | Тумблер X0 | | | | | | | | | | | 1с |
| 1.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | - | - | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | - | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | - | - | - | - | 11 | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | - | - | - | 11 | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | - | - | 11 | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | - | 11 | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 1с |
| 1.2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| | - | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| | - | - | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| | - | - | - | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| | - | - | - | - | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| | - | - | - | - | - | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| | - | - | - | - | - | - | - | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | 1с |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1с |
| 1.3 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | 1с |
| | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | 9 | 10 | - | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | - | - | 7 | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | - | 1с |
| 1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1с |
| 1.5 | Возврат к п.1.3 (2 раза) | | | | | | | | | | | |
| 1.6 | Возврат к п.1.1 | | | | | | | | | | | |

Контрольные вопросы

1. Какой интерфейс Вы использовали в лабораторной работе для программирования контроллера Melsec FX0s?

2. Какие взаимно конвертируемые языки программирования контроллеров поддерживает пакет GX Developer?

3. Для чего предназначена интегрированная в GX Developer программа Ladder Logic Test?

4. В чем заключаются основные достоинства и недостатки визуальных языков программирования ПЛК (FBD, SFC, LD) по сравнению с текстовыми (ST, IL)?

В каком состоянии центрального процессора контроллера осуществляется передача данных в ПЛК?

Лабораторная работа № 16

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Цель работы

1. Управление шаговым двигателем от электронной схемы и от контроллера.
2. Разработка программы управления шаговым двигателем от контроллера в соответствии с заданными условиями в пакете **GX Developer**.

Краткие теоретические сведения

Шаговый двигатель – это электромеханическое устройство, которое преобразует электрические импульсы в дискретные механические перемещения. Шаговые двигатели (ШД) являются одним из перспективных типов исполнительных двигателей для систем автоматизации. К достоинствам ШД можно отнести возможность осуществлять точное позиционирование и регулировку скорости без датчика обратной связи, возможность непосредственного цифрового управления от ПК или специализированного контроллера, высокое быстродействие и большой вращающий момент.

Основные особенности ШД:

- угол поворота ротора определяется числом импульсов, которые поданы на обмотки управления двигателя;
- скорость вращения вала пропорциональна частоте управляющих импульсов;
- однозначная зависимость положения от входных импульсов обеспечивает позиционирование без обратной связи;
- двигатель обеспечивает полный момент в состоянии останова, если обмотки запитаны;
- прецизионное позиционирование; хорошие ШД имеют точность 3–5 % от величины шага. Эта ошибка не накапливается от шага к шагу;
- возможность быстрого старта, остановки, реверсирования;
- высокая надежность, связанная с отсутствием щеток, срок службы шагового двигателя фактически определяется сроком службы подшипников.

Существуют три основных типа ШД:

- двигатели с переменным магнитным сопротивлением;
- двигатели с постоянными магнитами;
- гибридные двигатели.

Большинство современных ШД являются гибридными. Гибридный двигатель является двигателем с постоянными магнитами, но с большим

числом полюсов. По способу управления все двигатели одинаковы. Чаще всего на практике двигатели имеют 100 или 200 шагов на оборот, соответственно шаг равен $3,6$ или $1,8^\circ$.

В зависимости от конфигурации обмоток ШД делятся на биполярные и униполярные. Биполярный двигатель имеет одну обмотку в каждой фазе, которая для изменения направления магнитного поля должна переполюсовываться управляющим контроллером. Всего биполярный двигатель имеет две обмотки и, соответственно, четыре вывода (рисунок 16.1, а). Униполярный двигатель также имеет одну обмотку в каждой фазе, но от середины обмотки сделан отвод. Это позволяет изменять направление магнитного поля, создаваемого обмоткой, простым переключением половин обмотки (рисунок 16.1 б). При этом существенно упрощается схема системы управления. Иногда униполярные двигатели имеют отдельные 4 обмотки. Каждая обмотка имеет отдельные выводы, поэтому всего выводов 8 (см. рисунок 16.1 в). При соответствующем соединении обмоток такой двигатель можно использовать как униполярный или как биполярный.

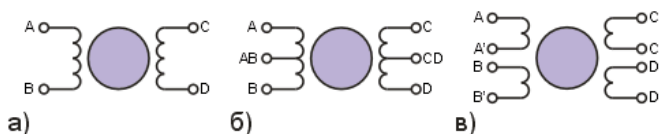


Рисунок 16.1 – Биполярный ШД (а), униполярный (б) и четырехобмоточный (в)

Существует несколько способов управления фазами шагового двигателя. Первый способ обеспечивается попеременной коммутацией фаз, при этом они не перекрываются, в один момент времени включена только одна фаза (рисунок 16.2, а). Этот способ называют "one phase on" full step. Точки равновесия ротора для каждого шага совпадают с "естественными" точками равновесия ротора у незапитанного двигателя. Недостатком этого способа управления является то, что для биполярного двигателя в один и тот же момент времени используется 50 % обмоток, а для униполярного – только 25 %. Это означает, что в таком режиме не может быть получен полный момент.

Второй способ - управление фазами с перекрытием: две фазы включены в одно и то же время. Его называют two-phase-on full step. При этом способе управления ротор фиксируется в промежуточных позициях между полюсами статора (рисунок 16.2, б) и обеспечивается примерно на 40 % больший момент, чем в случае одной включенной фазы. Этот способ

управления обеспечивает такой же угол шага, как и первый способ, но положение точек равновесия ротора смещено на половину шага.

Третий способ является комбинацией первых двух и называется полушаговым режимом, "one and two-phase-on" half step, когда двигатель делает шаг в половину основного. Каждый второй шаг запитана лишь одна фаза, а в остальных случаях запитаны две (рисунок 16.2, в). В результате угловое перемещение ротора составляет половину угла шага для первых двух способов управления.

Еще один способ управления называется микрошаговым режимом или micro stepping mode. При этом способе управления ток в фазах нужно менять небольшими шагами, обеспечивая таким образом дробление половинного шага на еще меньшие микрошаги. Для реализации микрошагового режима требуются значительно более сложный управляющий контроллер, позволяющий задавать ток в обмотках с необходимой дискретностью. Полушаговый режим является частным случаем микрошагового режима, но он не требует формирования ступенчатого тока питания катушек, поэтому часто реализуется.

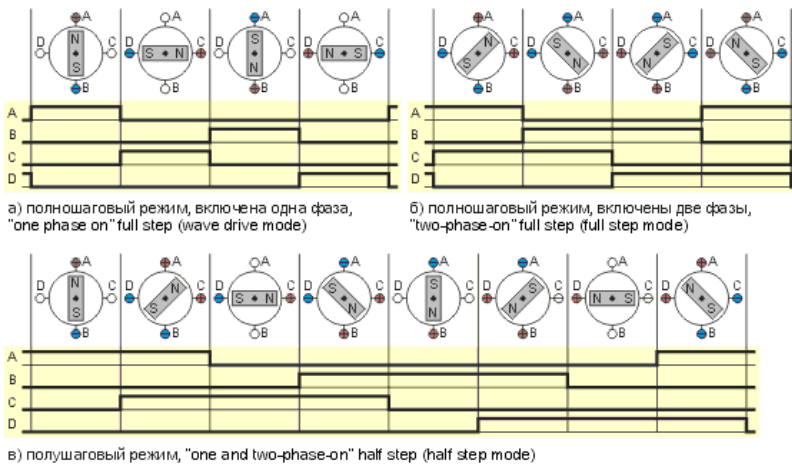


Рисунок 16.2 – Различные способы управления фазами шагового двигателя

Лабораторный стенд реализует полношаговый режим управления фазами ШД с одновременно включенными двумя фазами «two-phase-on" full step mode. Переключение управления ШД от электронной схемы к контроллеру осуществляется ключом.

Электронная схема системы управления шаговым двигателем решает две основные задачи: это формирование необходимых временных последовательностей сигналов и обеспечение необходимого тока в обмотках. На практике можно обойтись и без электронных схем. Например, функцию формирования необходимых временных последовательностей сигналов можно реализовать программно, а для обеспечения необходимого тока в обмотках применить набор дискретных транзисторов. Однако при этом схема управления может получиться слишком громоздкой. Несмотря на это, в некоторых случаях такое решение будет экономически выгодным.

На рисунке 16.3 приведена функциональная схема управления шаговым двигателем.



Рисунок 16.3 – Функциональная схема управления шаговым двигателем

Функциональная схема привода шагового двигателя состоит из генератора импульсов (ГИ), который может быть представлен готовым устройством (микросхемой) либо выходом с какой-либо схемы управления работой двигателя. В любом случае этот блок отвечает за подачу на двигатель импульсов регулируемой частоты напряжением 0,5В.

Импульсы с выхода ГИ поступают на формирователь импульсов (ФИ), поступающих на синхронизирующий вход распределителя импульсов.

Распределитель импульсов (РИ) непосредственно отвечает за управление обмотками шагового двигателя (ШД). РИ позволяет получить на выходе код, соответствующий подаче напряжения на обмотки ШД.

Ключ используется для переключения управления ШД от микросхемы к контроллеру. Инвертор предназначен для управления формированием вектора магнитного потока одновременно на двух из трех статорных обмотках ШД. Диоды необходимы для защиты схемы от обратных токов, возникающих под действием ЭДС самоиндукции в момент коммутации обмоток ШД.

Электрическая схема электронного блока системы управления ШД представлена на рисунке 16.5.

Импульсы с выхода ГИ поступают на формирователь импульсов DD1, представляющий собой мультивибратор на микросхеме К155 ТЛ1. С выхода мультивибратора импульсы поступают на логическую схему распределения импульсов DD2, состоящую из двух D-триггеров с динамическим управлением и 4-х элементов 2-И-НЕ.

Напомним, что запись информации в D-триггер с динамическим управлением происходит только в момент перехода тактового сигнала на синхронизирующем входе С из 0 в 1. При постоянном значении $C=0$, $C=1$ или отрицательном перепаде триггер хранит предыдущую информацию. На рисунке 16.4 показана временная диаграмма работы D-триггера с динамическим управлением в общем случае.

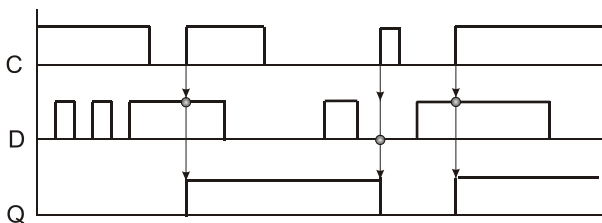


Рисунок 16.4 – Временная диаграмма работы D-триггера

Рассмотрим работу схемы распределения импульсов DD2. С инверсных выходов DD2.1 и 2.2 (6 и 9 ножки) поступает сигнал высокого уровня на 3 элемента 2-И-НЕ (DD3). В итоге получаем сигнал низкого уровня на ножках 3, 6 и 8 микросхемы DD3 и сигнал высокого уровня на ножке 11 микросхемы DD3. Это значит, что на базы транзисторов VT1–VT3 поступают соответственно «0», «1», «0». Сигнал высокого уровня с ножки 11 микросхемы DD3 поступает на информационный вход D тригге-

ра DD2.1, а сигнал низкого уровня с прямого выхода DD2.1 (ножка 5) поступает на информационный вход D триггера DD2.2.

При поступлении первого синхроимпульса с выхода мультивибратора на входы синхронизации D-триггеров происходит запоминание сигналов с информационных входов D – на прямом выходе триггера DD2.2 – «0», на инверсном – «1», на прямом выходе триггера DD2.1 – «1», на инверсном – «0». Соответственно изменяют свои выходные сигналы элементы 2-И-НЕ. На базы транзисторов VT1–VT3 поступают соответственно «1», «0», «0». Сигнал низкого уровня с ножки 11 микросхемы DD3 поступает на информационный вход D триггера DD2.1, а сигнал высокого уровня с прямого выхода DD2.1 (ножка 5) поступает на информационный вход D триггера DD2.2.

При поступлении второго синхроимпульса с мультивибратора происходит запоминание сигналов с информационных входов – на прямом выходе триггера DD2.2 – «1», на инверсном – «0», на прямом выходе триггера DD2.1 – «0», на инверсном – «1». Соответственно изменяют свои выходные сигналы элементы 2-И-НЕ. На базы транзисторов VT1–VT3 поступают соответственно «0», «0», «1».

С приходом третьего синхроимпульса происходит запоминание сигналов с информационных входов – на прямом выходе триггера DD2.2 – «0», на инверсном – «1», на прямом выходе триггера DD2.1 – «0», на инверсном – «1». Соответственно изменяют свои выходные сигналы элементы 2-И-НЕ. На базы транзисторов VT1–VT3 поступают соответственно «0», «1», «0».

Транзисторы VT1 – VT3 выполняют функцию ключей. При поступлении высокого уровня напряжения на базу транзистора происходит его открытие и на соответствующей линии, а следовательно и на обмотке двигателя, напряжение будет равно 0. При низком уровне напряжения на базе транзистора последний будет закрыт, и все напряжение будет подаваться на соответствующую обмотку двигателя.

Как видим, в любой момент времени напряжение будет подано на 2 из 3 обмоток двигателя, причем обмотки, переключаясь, заставят двигатель вращаться с частотой в 3 раза меньшей, чем частота входных импульсов.

Временные диаграммы работы схемы при частоте 200 Гц показаны на рисунке 16.6.

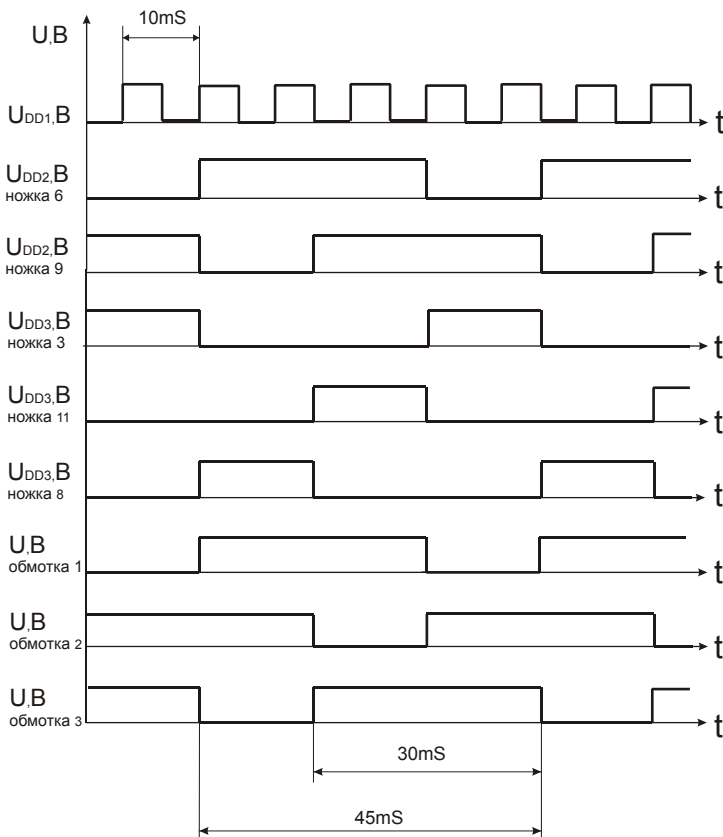


Рисунок 16.6 – Временные диаграммы работы схемы при частоте 200 Гц

Первый график отображает вид импульсов на выходе распределителя импульсов DD1. Второй и третий графики отображают вид импульсов на ножках 6 и 9 микросхемы DD2. Следующие три графика отображают импульсы на выходе микросхемы DD3 на ножках 3, 11 и 8 соответственно.

Последние 3 графика отображают импульсы на выходе транзисторов VT1 – VT3.

Предложенная в лабораторной работе схема управления шаговым двигателем питается напряжением 5 В от универсального источника питания ИПГ8В, двигатель и контролер питаются напряжением 24 В от источника питания постоянного тока Б5-49.

Частота управления ШД лежит в диапазоне 170-230 Гц.

Задание

1. Изучить систему управления ШД на базе электронного блока и получить навыки работы с шаговым приводом, изменяя частоту управляющих импульсов от генератора.

2. Используя временные диаграммы работы схемы управления ШД (см. рисунок 16.6), разработать управляющую программу ШД с учетом следующих условий:

- режим управления фазами ШД – полношаговый с одновременно включенными двумя фазами «two-phase-on" full step mode;
- длительность импульсов, подаваемых на обмотку ШД 30мс;
- длительность паузы 15 мс.

Для задания требуемой длительности импульсов и пауз необходимо использовать специальные таймеры T32–T55 с таймерным временем дискретизации 10ms, тогда как у таймеров T0–T31, которые использовались в предыдущих лабораторных работах, время дискретизации 100ms. Активация таймеров T32-T55 осуществляется при включенном специальном меркере M8028. Теоретические сведения о специальных меркерах приведены в разделе 11 «Язык релейно-контактных схем (LD)» главе 2 «Программирование внутреннего реле», а также в разделе 12 «Инструкции процесса отработки программы» главе 4 «Ввод прерывания программы (IRET, EI, DI)» первой части учебно-методического пособия [23].

3. Произвести тестирование работы управляющей программы в режиме off-line посредством программы Ladder Logic Test.

4. Убедившись в выполнении программой заданных условий, записать ее в память контроллера и продемонстрировать работу ШД на стенде.

Реализовать программно реверс направления вращения двигателя.

Контрольные вопросы

1. Опишите известные Вам способы управления фазами ШД, поясняя ответ временными диаграммами? Какой способ управления используется в лабораторной работе?

2. Расскажите, поясняя ответ временной диаграммой, принцип работы D-триггера с динамическим управлением.

3. Объясните по схеме принцип работы распределителя импульсов.

4. Для чего предназначены диоды VD3-VD5 на схеме управления ШД (см. рисунок 16.5)?

В чем основное отличие в управлении ШД от контроллера и от электронной схемы?

Учебное издание

ЛИВШИЦ Юрий Евгеньевич
ЛАКИН Владимир Иванович
МОНИЧ Юлия Игоревна

**ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ
КОНТРОЛЛЕРЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

Учебно-методическое пособие и лабораторные работы
для студентов всех форм обучения специальностей
1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств»
1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»,
1-40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий»,
1-40 01 02 «Информационные системы и технологии»

В 2 частях

Часть 2

Компьютерная верстка Т.М. Саковец

Подписано в печать 29.08.2012. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 9,53. Уч.-изд. л. 7,45. Тираж 100. Заказ 890.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.