

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Строительные и дорожные машины»

А.И. АНТОНЕВИЧ

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ
ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

методическое пособие
по дисциплине «Системы управления машинами»

Минск 2010

УДК 656.25:681.32 (075.8)

ББК

A72

A72 Антоневи́ч, А.И. Программирование программируемых логических контроллеров: методическое пособие по дисциплине «Системы управления машинами» / А.И. Антоневи́ч. – Минск: БНТУ, 2010. – 51с.

ISBN 978–985–525–344–1.

В издании рассмотрены вопросы программирования программируемых логических контроллеров. В качестве обучающей используется программа фирмы Mitsubishi Electric – FX–TRN–BEG–EU.

Предназначено для студентов факультетов транспортных коммуникаций и энергетического строительства.

Рецензенты: И.П. Матвее́нко, П.Р. Бартош.

ISBN 978–985–525–344–1.

© А.И. Антоневи́ч, 2010

©БНТУ, 2010

ВВЕДЕНИЕ

Целью данного практикума является получение практического навыка по программированию на языке релейно-контактных схем программируемых логических контроллеров. В последнее время для ускорения обучения наметилась устойчивая тенденция использования различных обучающих программ с применением средств вычислительной техники. Данные программы моделируют работу устройств, т.е. физическое моделирование заменяется математическим.

Данное программное обеспечение фирмы Mitsubishi Electric FX-TRN-BEG-EU [1] предназначено для оказания помощи в изучении вопросов, связанных с программированием PLC. В процессе инсталляции программного обеспечения поставляются все необходимые для изучения PLC составляющие: инструменты программирования, виртуальный PLC, экранный имитатор оборудования, переключатели входов/выходов и лампы индикации. Различные виды упражнений подготовлены в 6 категориях, начиная с вводного уровня и заканчивая продвинутым уровнем. Пользователь может выбрать, с какого уровня начать.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Первый свободно программируемый контроллер (далее СПК) был разработан группой инженеров компании «Дженерал Моторс» [2] в 1968 году при поиске альтернативы сложным релейным системам управления. Бурное развитие электроники способствовало быстрому развитию и совершенствованию программируемых контроллеров. В настоящее время предлагаемые на рынке СПК, отвечают любым требованиям потребителя и фактически возможно купить необходимый СПК для любого назначения. Возможности многих СПК могут быть расширены за счет дополнительных модулей входов/выходов, аналоговых сигналов, модулей положения и связи. Кроме того, некоторые СПК способны обрабатывать несколько программ одновременно – многозадачность СПК. Наконец, использование СПК совместно с другими элементами автоматизации позволяет значительно расширить области его применения. В настоящее время трудно найти ту область техники, где не нашли бы применение данные устройства.

ПЛС представляет собой цифровую электронную систему, предназначенную для применения в промышленности и использующую программируемую память для внутреннего хранения ориентированных на пользователя программ. Данные контроллеры позволяют осуществить определенные логические функции, последовательность управления, выбор интервала времени, выполнение счета и других математических действий, управление через цифровые или аналоговые входы и выходы: различными типами оборудования или процессов. Программируемые контроллеры и связанные с ними периферийные устройства разработаны так, чтобы они могли быть легко объединены в промышленную систему управления – легко использоваться во всех предназначенных для них операциях. Свободно программируемый контроллер – это компьютер, разработанный специально для решения задач управления системами и объектами.

СПК включает в себя входной и выходной модули и центральный процессор. Входной модуль служит для преобразования поступающих сигналов в сигналы, которые могут быть обработаны СПК и переданы процессору. Выходной модуль преобразует сигнал СПК в сигналы, подходящие для исполнительных устройств. Обработка поступающих сигналов производится в процессоре в соответствии с программой, храня-

шейся в его памяти. В зависимости от того, как центральный процессор связан с модулями входов и выходов СПК можно подразделить на компактные (входы, процессор и выходы в одном корпусе) и модульные. Модульный СПК можно компоновать индивидуально. Необходимые для практического применения модули (кроме цифровых входов-выходов, которые можно дополнить, например, включая модули аналоговых сигналов, модуль позиционирования или связи) помещаются в корпус, где они связаны между собой общей шиной. Кассетные СПК – специальный тип модульного СПК, разработанного в течение последних нескольких лет. У этого контроллера некоторые индивидуальные или стандартные печатные платы монтируются в стандартном корпусе.

С 1992 г. существует международный стандарт для СПК и связанных с ними периферийных устройств (программирующие, диагностические и тестирующие устройства, человеко-машинные интерфейсы и т. д.). В этом смысле устройство, составленное пользователем и состоящее из вышеупомянутых компонентов, называется системой СПК.

Новый стандарт EN 61131 (IEC 61131) состоит из пяти частей:

Часть 1: Общая информация.

Часть 2: Требования к оборудованию и тестирование.

Часть 3: Языки программирования.

Часть 4: Руководство пользователя (для работ в информационном центре).

Часть 5: Руководство по обслуживанию (для работ с ЕС).

Для поддержания этого стандарта после начального принятия была сформирована большая группа заинтересованных людей (PLCopen) – такие компании как ABB, GE Fanuc, Mitsubishi Electric, Moeller, OMRON, Schneider Electric, Siemens.

Каждый СПК имеет специальный программатор и системы: диагностики, программирования, тестирования, подключения, обнаружения ошибок, документации программ, хранения программ.

Эти задачи решаются посредством специальных программаторов или с помощью персональных компьютеров с соответствующим программным обеспечением. В настоящее время возросшие возможности, сравнительно низкая начальная стоимость и гибкость современных ПК сделали последний вариант наиболее предпочтительным, контролировать исполнение программ на рабочем месте можно с помощью переносных малогабаритных программаторов, позволяющих вносить изменения в программы непосредственно на

объекте. С увеличением использования персональных портативных компьютеров – ноутбуков – доля переносных малогабаритных программаторов значительно уменьшилась. Частью программатора и системы диагностики являются системные функции, заложенные в программном обеспечении СПК.

Любое программное обеспечение, соответствующее стандарту EN 61131-1 (IEC 61131-1), состоит из ряда обязательных модулей:

- *Ввод программы*

Создание и изменение программ на одном из языков программирования СПК.

- *Проверка синтаксиса*

Проверка правильности вводимой программы и входных данных для исключения ошибок

- *Транслятор*

Преобразование входной программы в машинный код, который может читаться и обрабатываться СПК.

- *Связь между СПК и персональным компьютером*

Эта связь позволяет осуществить загрузку программы в СК и выполнить тестирование.

- *Тестирование*

Поддержка пользователя при написании программы и устранении ошибок, а также проверка программы пользователя путем: контроля состояния входов и выходов, таймеров, счетчиков и т. д.; проверки последовательности пошаговых операций, команды СТОП и т. д.; моделирования программы посредством ручного ввода сигналов входов и выходов, назначения констант и т. д.

- *Отображение состояния систем управления*

предоставление информации о состоянии оборудования, процессе управления и статусе СПК; отображение состояния входных и выходных сигналов; отображение и запись изменений внешних сигналов и состояний внутренних данных; контроль времени выполнения программ; выполнение программы в режиме реального времени.

- *Документация*

Составление описания СПК и программы пользователя, состоящей из: описания конфигурации аппаратной части СПК; распечатки программы пользователя с соответствующими данными и идентификаторами для сигналов, а также комментариями; справочника

всех обрабатываемых данных, таких как входы, выходы, таймеры и т. д., описания модификаций программы.

В стандарте IEC 61131 определены следующие языки программирования: последовательная функциональная диаграмма (SFC), функциональная блок-диаграмма (FBD), релейно-контактные схемы (LD), список состояний (IL) и структурированный текст (ST).

Систему, предназначенную для управления по времени/логике, можно отобразить функциональной диаграммой, которая может быть легко и просто запрограммирована на языке последовательной функциональной диаграммы (SFK).

Релейно-контактные схемы (LD), функциональная блок-диаграмма (FBD) и список состояний (IL) – языки программирования, подходящие для формулировки основных операций и для управляющих систем, которые могут быть описаны простыми логическими операциями или двоичными сигналами.

Язык высокого уровня – структурированный текст (ST) – в основном используется для создания модулей программного обеспечения математического содержания, типа модулей для описания алгоритмов управления.

1. ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ИНСТРУКЦИЙ РКС И ОБУЧАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ FX-TRN-BEG-EU

Элементы оборудования могут быть разделены на два класса: входы и выходы.

Входы:

– устройства, приводимые в действия оператором – такие как переключатели и кнопки; датчики.

Выходы:


– устройства, которые указывают на состояние оборудования – такие как лампы и устройства звуковой сигнализации;

– устройства, которые исполняют работу – такие как двигатели и электромагнитные клапаны.

Эти входные и выходные устройства индивидуально соединены с PLC. Программа управления PLC управляет выходами, основываясь на информации, поступающей с входов.

На рис. 1 показано структура экрана обучения. В обучающей программе, элементы оборудования, такие как датчики или двигатели конвейера на 3-D графической имитации уже подключены к виртуальному PLC, установленному в вашем компьютере. При записи программы нужно следовать характеристикам управления, указанным в окне навигации, а так же в соответствии с назначенными номерами устройств входов (X) и выходов (Y). Оборудование имитационной модели будет функционировать в соответствии с написанной программой.

На рис. 2 показана область программы на языке РКС, на рис.4 – дистанционное управление. При щелчке на наставнике окно навигации оказывается поочередно скрыто или отображено. Нажатием кнопки «Редактировать» осуществляется запись и редактирование программы. При нажатии клавиши «Запись в PLC» программа записывается в PLC. Нажатием клавиши «Сброс» осуществляется переустановка операций в исходное состояние. Клавиши «F» (спереди), «T» (сверху) и «S» (сбоку) – изменение стороны наблюдения при имитации.

 – возвращение к предыдущему экрану или переход в следующий. Клавиша «Главное» – переход к главному меню. На рис.5 показана панель управления.

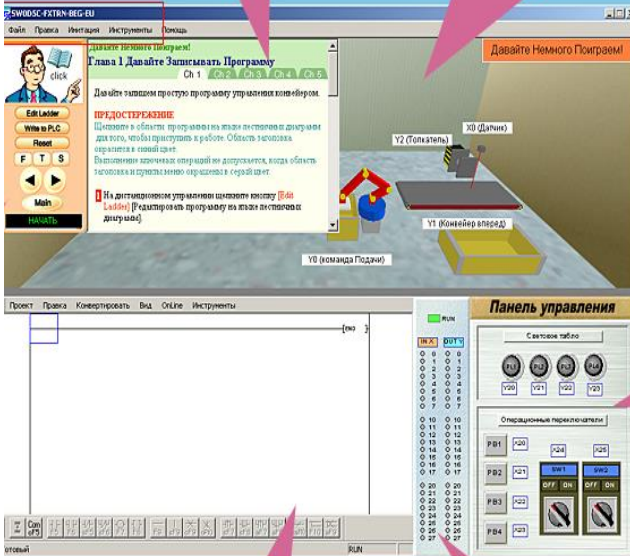
Структура Экрана Обучения

Окно навигации

Инструкции для упражнений и исполняемые процессы отображаются для облегчения навигации по обучающей программе.

3-D Графическая Имитация

Работа оборудования моделируется в соответствии с вашей программой. Вы можете смотреть на имитацию спереди, сверху или сбоку.



Панель управления

Показаны входные переключатели и выходные лампы.

Управление переключателем выполняется при помощи щелчка.

Лампы управляются выходами PLC.

Область Программы на языке лестничных диаграмм

Здесь создаются программы PLC. Ключевые операции главным образом те же самые, что и в GX DEVELOPER, Программном обеспечении. Для программирования контроллеров Серии FX.

Таблица состояний устройств I/O

Отображаются светодиоды, контролирующие состояние устройств входов-выходов PLC.

Рис. 1. Структура экрана обучения

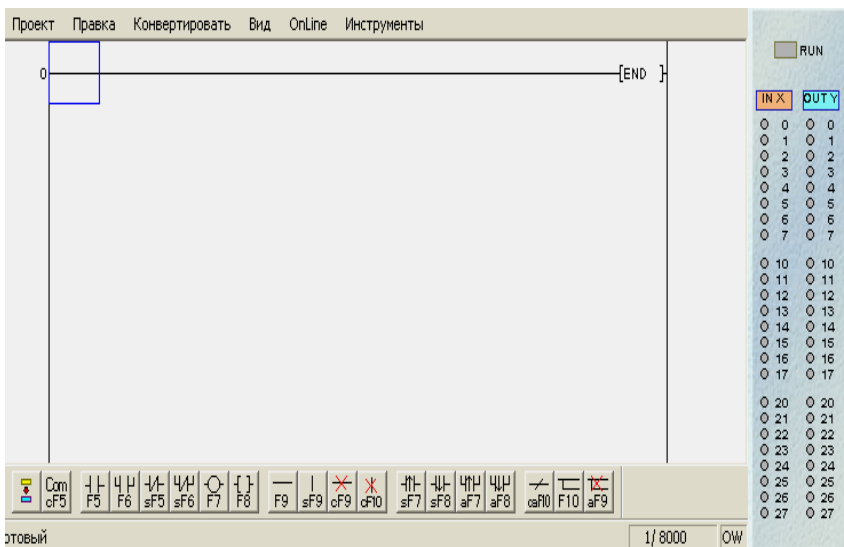


Рис. 2. Область программы на языке РКС.

Чтобы приступить к работе, необходимо щелкнуть в области программы на языке лестничных диаграмм. Область заголовка окрасится в синий цвет. Выполнение операции не допускается, когда область заголовка и пункты меню окрашены в серый цвет. Для записи программы надо нажать на кнопку «Редактировать» (рис. 2). При этом на экране появится символ END, сообщающий о том, что какие-либо другие шаги программы не существуют. Для ввода программы надо поместить курсор (синий прямоугольник) в начало строки. При нажатии на клавишу F5 появляется диалоговое окно «ввести символ». Введем символ X24 и щелкнем по клавише «ОК». Затем аналогично нажатию клавиши F7, вводом символа Y1 и последующим нажатием на кнопку «ОК». Программа должна быть аналогичной, показанной на рис. 3.

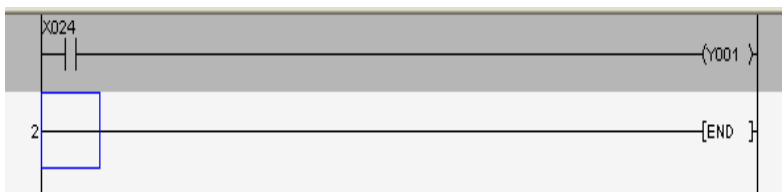


Рис. 3. Программа



Рис. 4. Дистанционное управление



Рис. 5. Панель управления

Нажатием клавиши F4 фон программы изменяется от серого цвета к белому. Если программа не была введена должным образом, то будет выведено сообщение об ошибке. Аналогичным образом напишем вторую и третью строчку программы, как показано на рис. 6.

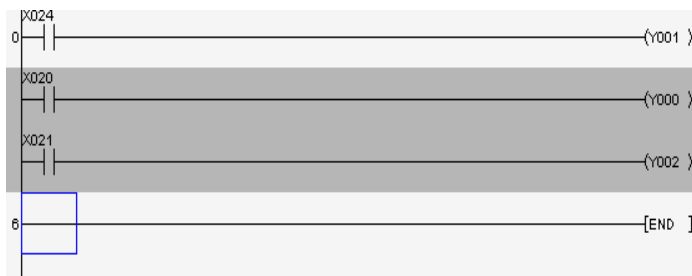


Рис. 6. Фрагмент программы

Нажатием клавиши F4, изменяется фон программы с серого цвета на белый. Таким образом, осуществляется преобразование программы. Запись программы в PLC осуществляется нажатием клавиши «Запись в PLC». Когда появится сообщение, что запись окончена, нужно нажать на клавишу «ОК». PLC начинает функционировать. Лампа индикации «RUN» начинает гореть в области отражения состояний устройств I/O (ввода/вывода) PLC. Если она не горит, то PLC не работает.

Моделирование созданной программы:

- нажатием кнопки PB1 (X20) деталь подается к конвейеру (если кратное число деталей будет подано одновременно, то они разрушатся);
- конвейер включается переключателем X24 на панели управления;

Небольшим изменением программы (рис. 7.) можно добиться останова детали на конвейере непосредственно у датчика X0.

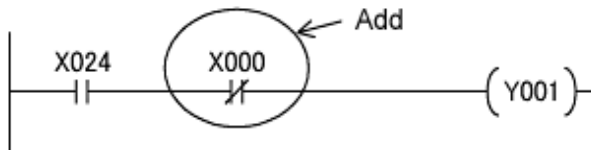



Рис.7. Фрагмент программы

Контакт **X000**  вводится нажатием клавиш [Shift]+[F5], вводом X0 в диалоговое окно «ввести символ» и последующим нажатием на кнопку «ОК». Нажатием клавиш F4 и запись в PLC готовится программа к выполнению. Осуществите моделирование программы и убедитесь, что конвейер останавливается при обнаружении датчиком X0 детали. Выбором в меню «Инструменты» команды «Опции» установите требуемую скорость имитации.

На рис. 8 показаны символы, которые могут быть введены нажатием следующих клавиш.

На рис. 9 представлен нормально открытый контакт. Сигнал будет подан на выход Y0 только при нажатии контакта X20. На рис. 10 показан нормально замкнутый контакт. Сигнал будет поступать на выход Y1, в случае, когда контакт X20 разомкнут.

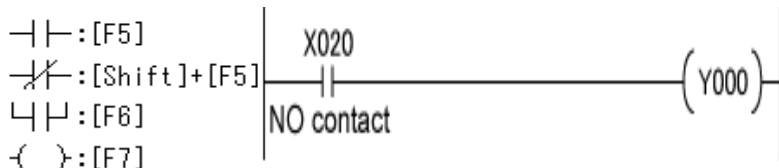


Рис. 8. Символы

Рис. 9. Нормально открытый контакт

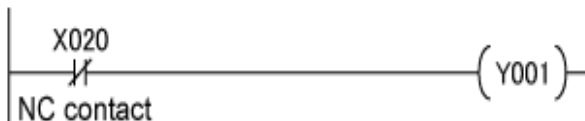


Рис. 10. Нормально замкнутый контакт

На рис. 11 контакты X21 и X24 соединены как «последовательное И». Сигнал на выход Y2 поступит, если будут одновременно включены контакты X24 и X21. На рис. 12 контакты X21 и X22 соединены как «параллельное ИЛИ». Сигнал на выход Y2 поступит, когда хотя бы один из контактов X21 или X22 будет включен.

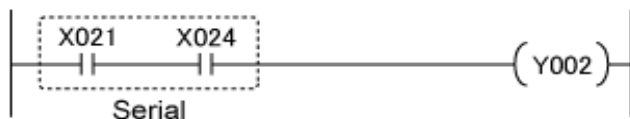


Рис. 11. Логическая операция «И»

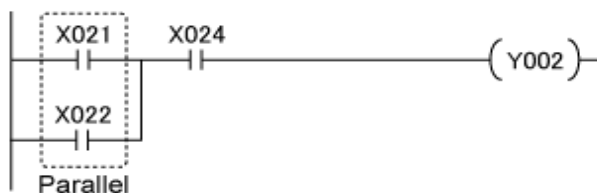


Рис. 12. Логическая операция «ИЛИ»

На рис. 13 и 14 показаны варианты программы выхода с защелкой. Так на рис. 13 контакт X24 имеет приоритет по отношению к контакту X20. Если контакт X24 выключен и будет включен контакт X20, то на выходе Y0 появится сигнал. Одновременно включиться параллельный контакт Y0 по отношению к контакту X20, т.е. выход будет зашелкнут. На рис. 14 контакт X20 имеет приоритет по отношению к контакту X24.

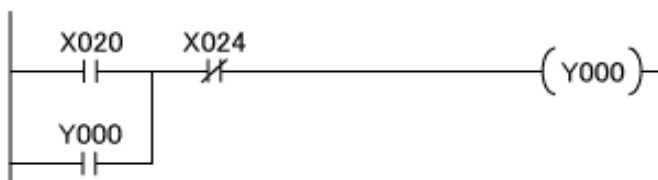


Рис. 13. Программа выхода с защелкой

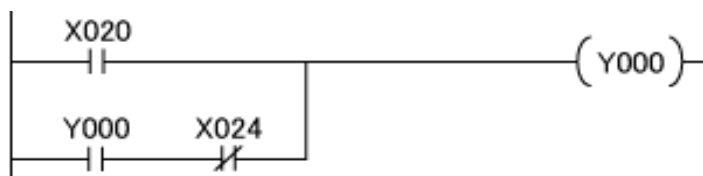


Рис.14. Программа выхода с защелкой

Инструкции SET и RST (рис. 15) вводятся путем нажатия клавиши F8. Так при включении контакта X20 включится выход Y0, и будет оставаться включенным до тех пор, пока не будет включен контакт X21. Инструкции SET и RST используются для удержания состояния выхода или результата.



Рис.15. Инструкции SET и RST

На рис. 16 и 17 показаны программы с приоритетами, т.е. инструкции, имеющие более высокий приоритет, будут выполняться в первую очередь. Так один из выходов $Y0$ или $Y1$ (рис.16) не включится до тех пор, пока не будет выключен другой. Тем самым включенный выход имеет приоритет по отношению к выключаемому. На рис.17 выход $Y0$ не включится, пока не будет выключен контакты $X21$, а выход $Y1$ – пока не выключится контакт $X20$. Тем самым выключаемый контакт имеет более низкий приоритет по отношению к выключаемому.

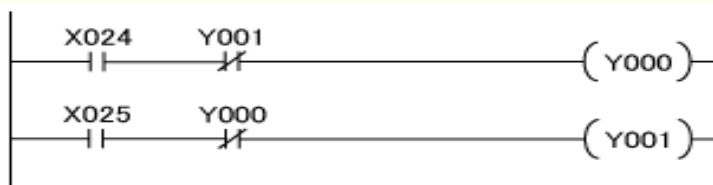


Рис. 16. Фрагмент программы

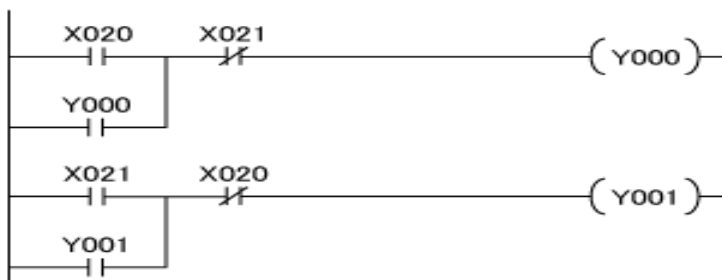


Рис. 17. Программа с приоритетными инструкциями

На рис. 18 показаны вспомогательные реле $M0$ и $M1$ и инструкции PLS и PLF. Запись последних осуществляется нажатием клавиши F8. Вертикальная же линия вводится посредством нажатия клавиш [Shift]+[F9]. Вспомогательные реле используются как внутренние реле PLC, т.е. при записи программы для промежуточных процессов. Данные реле не могут служить выходом для внешнего оборудования.

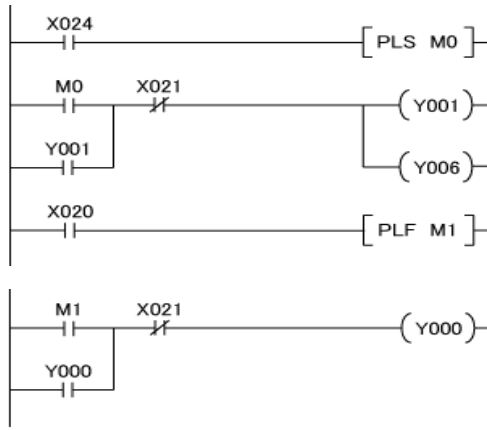


Рис.18. Инструкции PLS и PLF

В данном программном обеспечении доступно к использованию до 512 реле (от M0 до M511). За вспомогательными реле с номерами, начинающимися с M8000, закреплены специальные функции, такие как всегда включены, когда PLC находится в режиме RUN.

На рис.19 показано управление M0 посредством инструкции PLS. M0 используется для одного цикла функционирования, когда контакт X24 включается. Инструкция PLS определяет момент, когда включается контакт и переключает в этот момент вспомогательное реле M0 в ON. На рис. 20 показано управление M1 посредством инструкции PLF. M1 используется для одного цикла функционирования, когда выключается контакт X20. Инструкция PLF определяет момент, когда выключается контакт и переключает в этот момент вспомогательное реле M1 в ON.

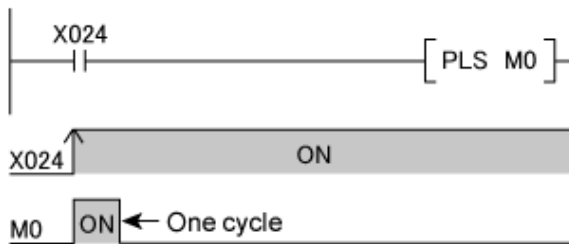


Рис. 19. Инструкция PLS

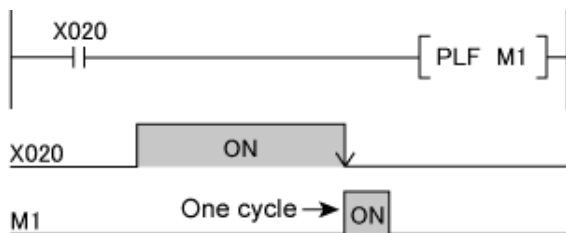


Рис. 20. Инструкция PLF

На рис. 21 показаны символы, которые могут быть введены нажимаемыми следующими клавишами. На рис. 22 показана программа выхода с защелкой. Защелкивание выхода $Y1$ осуществляется в момент нажатия контакта $X24$ (передний фронт), а защелкивание выхода $Y0$ – в момент отпущения контакта $X20$ (задний фронт). Последующее отключение выходов $Y1$, $Y6$, а также выхода $Y0$ можно осуществить включением контакта $X21$. На рис. 23 показана программа, позволяющая изучить основные функции таймера. Символы, используемые в программе, вводятся нажатием следующих клавиш: $\text{---|---}:[F5]$, $\{ \}:[F7]$. В диалоговом окне «Ввести символ» вводится $T0 K30$ или $T1 K40$, причем между $T0$ и $K30$ ставится пробел. Таймер представляется посредством номера таймера + заданное значение (константа). Константа должна быть целым числом. Заданное значение (постоянное число) определяется из дискретности внутреннего времени таймера. Для данного значения $K20$, время таймера равно $20 \times 0,1 \text{сек} = 2 \text{сек}$. В данном программном обеспечении можно использовать до 256 таймеров от $T0$ до $T255$. Программа работает следующим образом: при нажатии контакта $X20$ спустя 3 секунды, после того как включится контакт $T0$ включится выход $Y0$. Причем в момент размыкания контакта $X20$ текущее значение таймера обнуляется, и контакт $T0$ размыкается. Таймер, который задерживает включение устройства в течение точно установленного промежутка времени, называется таймером задержки. Устройство немедленно выключается при отключении входа.

- \overline{X} : [Shift]+[F5] Передний фронт
- \downarrow : [F6] Задний фронт
- $\{ \}$: [F7]
- \uparrow : [Shift]+[F7]
- \downarrow : [Shift]+[F8]
- $|$: [Shift]+[F9] Запись вертикальной линии

Рис.21. Символы

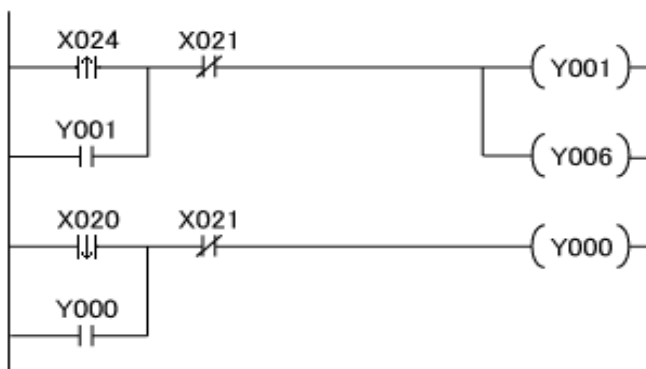


Рис. 22. Программа выхода с защелкой

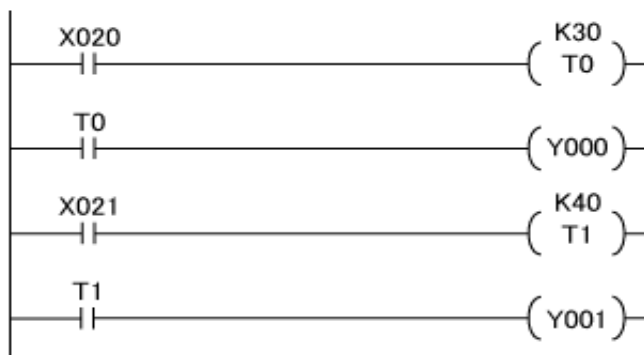


Рис. 23. Программа для изучения работы таймера

На рис. 24 представлена программа, обеспечивающая работу таймеров в качестве одновибратора. Причем выход $Y5$ включается сразу при включении контакта $X20$, а выключается спустя 3 секунды после его размыкания. Выход $Y6$ включается на строго определенный интервал времени (5 секунд) непосредственно в момент включения контакта (по положительному фронту).

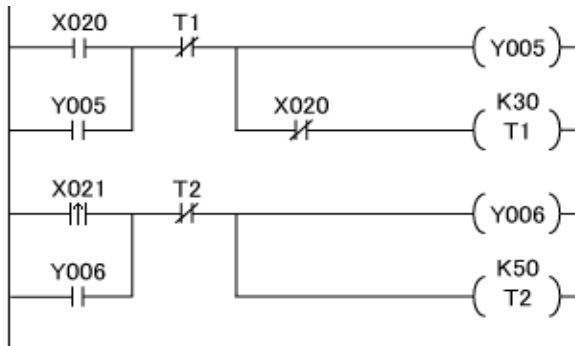


Рис. 24. Программа таймеров, работающих в качестве одновибраторов

На рис. 25 показана программа, обеспечивающая «мерцание». Так при включении контакта $X24$ включается выход $Y1$ через 2 секунды на интервал времени 4 секунды. В последствии выход $Y1$ будет оставаться включенным в течение 4 секунд и выключенным в течение 2секунд.

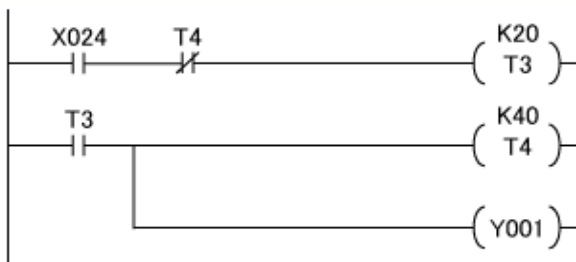


Рис. 25. Программа - «мерцание»

На рис. 26 представлена программа счета. Счетчик (C) характеризуется двумя величинами, заданным значением (постоянное число) и текущим значением (изменяется в соответствии с входным состоянием). Задаваемое значение должно быть целым числом. «К» должно стоять перед задаваемым значением, например, К10. Для организации счетчиков в этом программном обеспечении имеется 235 устройств с номерами от C0 до C234.

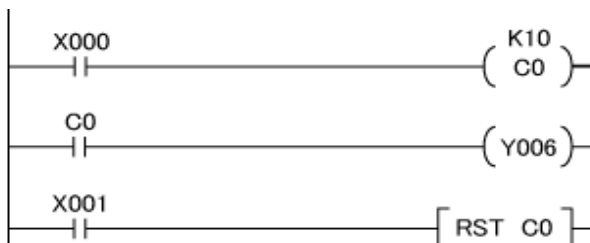


Рис. 26. Программа счета

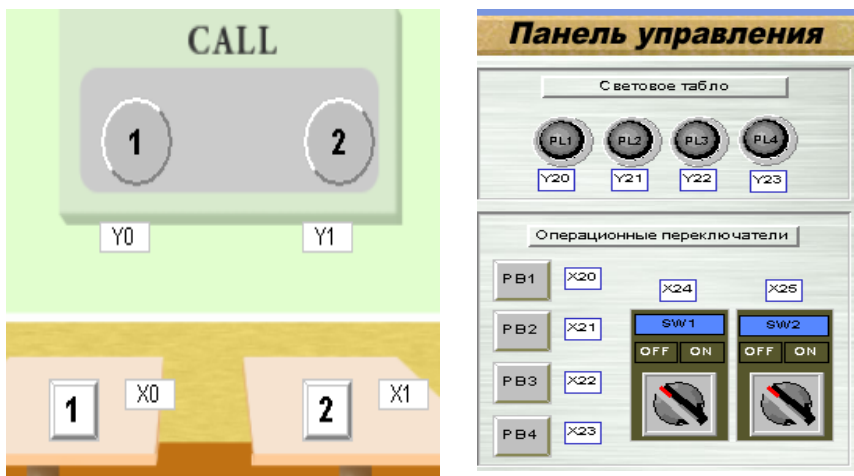
Программа работает следующим образом. При включении контакта X0 (по положительному перепаду) показание счетчика (C0) начинает возрастать. Причем увеличение наблюдается при каждом замыкании контакта. В этой программе заданное для счетчика значение (C0)-К10. Поэтому, когда текущее значение достигнет 10, контакт C0 включится и как следствие включится выход Y6. Когда будет включен контакт X1 текущее значение счетчика (C0) установится в нуль, и контакт C0 разомкнется. Необходимые символы в программе на рис. 26 вводятся простым нажатием клавиш, представленных ниже:

—|—:[F5]
 (): [F7]
 []:[F8]

2. УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ

Упражнение № 1 «Устройство оповещения»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

- при нажатии кнопки 1 (X0) загорается лампа 1 (Y0). При отпускании кнопки 1 лампа продолжает гореть.
- при нажатии кнопки 2 (X1) загорается лампа 2 (Y1). При отпускании кнопки 2 лампа продолжает гореть.
- если одновременно горят лампы 1 (Y0) и 2 (Y1), то на панели загорается лампа PL4 (Y23).
- при нажатии кнопки PB1 (X20) лампы 1 (Y0), 2 (Y1) и лампа PL4 (Y23) на панели управления гаснут.

Упражнение № 2

«Включение проблесковых огней при обнаружении приближения человека или машины»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции и таймеры, составьте программу и подтвердите ее функционирование



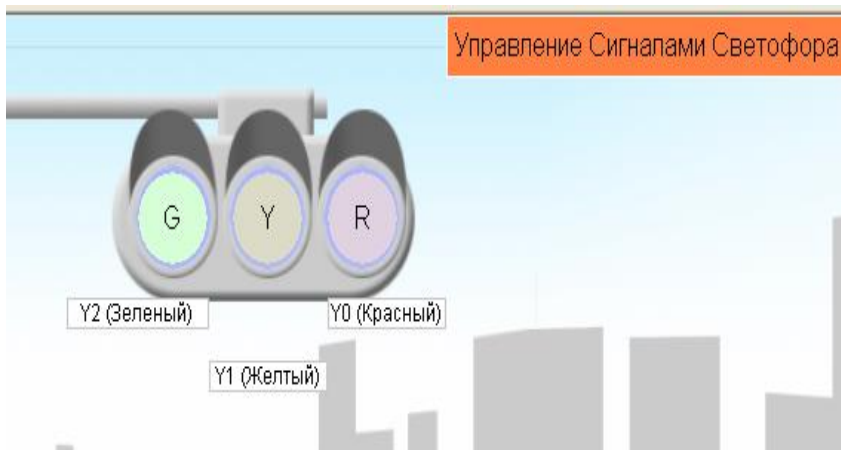
Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

- при обнаружении датчиком X0 человека включается проблесковый сигнал зеленого цвета Y1. Спустя 5 секунд данный сигнал гаснет после обнаружения датчиком X1 прохождения человека;
- при обнаружении датчиком X2 прохождения машины загорается проблесковый сигнал зеленого цвета Y4. Спустя 5 секунд сигнал гаснет после обнаружения датчиком X3 прохождения машины. Если автомобиль не пересечет расстояние между датчиками X2 и X3 за 10 секунд, то включается проблесковый сигнал красного цвета Y3 и устройство звуковой сигнализации Y7. После прохождения автомобилем датчика X3 сигнал Y3 и устройство звуковой сигнализации отключаются.

Рекомендации: при апробировании устройства, реализующего разработанную программу, пользуйтесь кнопками: «перемещение человека» и «вождение автомобиля».

Упражнение № 3 «Управление сигналами светофора»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции и таймеры, составьте программу и подтвердите ее функционирование



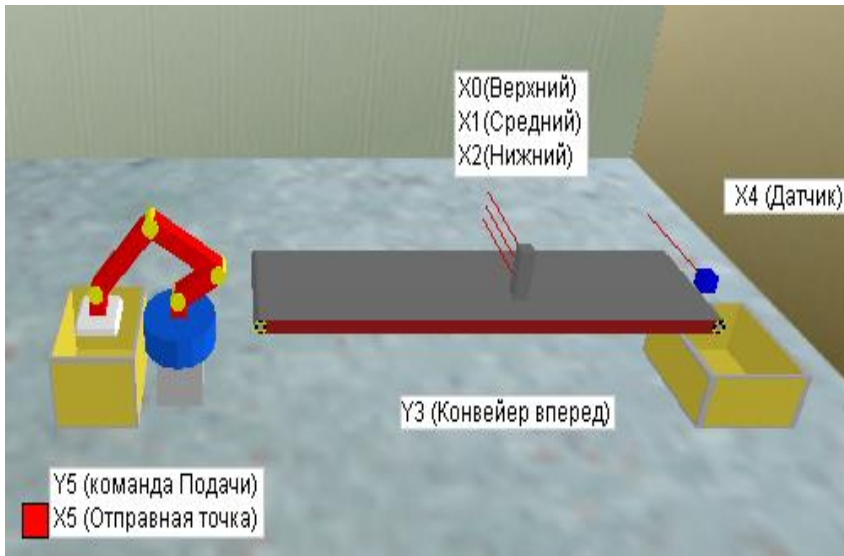
Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

- при нажатии на панели клавиши RB1 (X20) в течение 10 секунд горит лампа красного света R (Y0).
- после погасания лампы красного цвета загорается лампа желтого цвета Y (Y1) и горит в течение 5 секунд.
- после погасания лампы желтого цвета загорается лампа зеленого цвета G (Y2) и горит в течение 10 секунд.
- после погасания лампы зеленого цвета вновь загорается лампа красного цвета и процедура повторяется.

Упражнение № 4

«Сортировка деталей по размеру»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

– при нажатии кнопки X10 включается команда подачи Y5 для робота. При отпускании кнопки подача робота прекращается.

– при нажатии включателя X14 включается конвейер Y5, а при отключении включателя конвейер останавливается.

– большие, средние и мелкие детали сортируются в зависимости от сигналов на выходах датчиков: верхний X0, средний X1 и нижний X2. При этом зажигаются соответствующие лампы, сигнализирующие о размерах деталей: большой – Y10, средней – Y11 и малой величины – Y12.

Упражнение № 5 «Запуск/останов конвейера»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

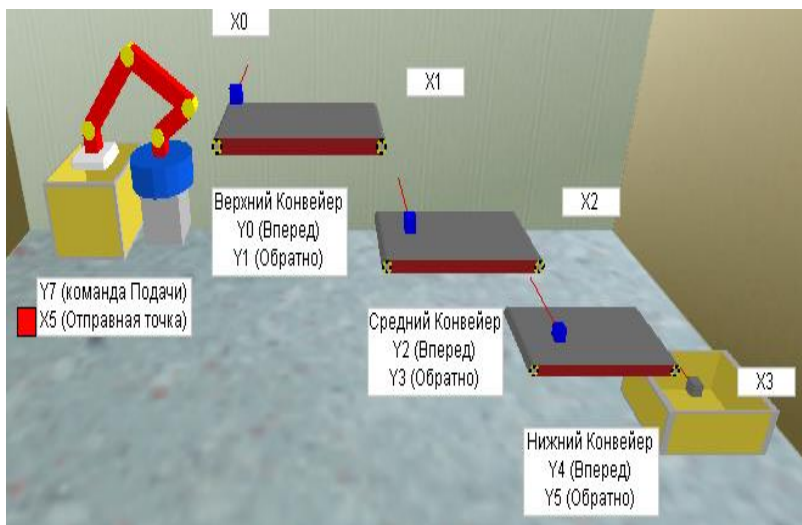
– при нажатии кнопки РВ1 (Х20) загорается проблесковый маяк желтого цвета У7 и в течение 5 секунд работает устройство звуковой сигнализации У3.

– после погасания проблескового маяка желтого цвета и отключения устройства звуковой сигнализации включается конвейер У1 и горит проблесковый маяк зеленого цвета У6.

– при нажатии кнопки Х21 приведенные операции прекращаются.

Упражнение № 6 «Привод конвейера»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

– при нажатии клавиши PB1 (X20) включается подача У7 робота при условии, что робот находится в отправной точке X5. При отпуске кнопки команда подачи защелкивается, пока робот не вернется в отправную точку.

– при обнаружении датчиком X0 детали включается верхний конвейер вперед.

– при обнаружении датчиком X1 детали включается средний конвейер вперед У2 и останавливается верхний конвейер У0.

– при обнаружении датчиком X2 детали включается нижний конвейер вперед У4 и останавливается средний конвейер У2.

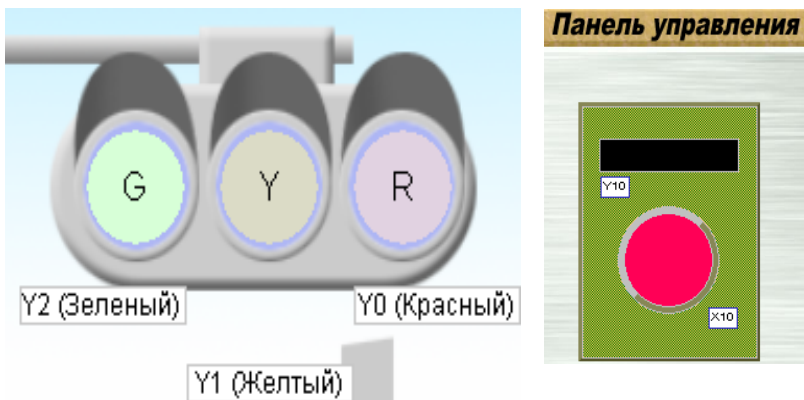
– при обнаружении датчиком X3 детали останавливается нижний конвейер У4 и вновь включается подача робота У7 при условии, что робот находится в отправной точке.

3. УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕННОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Упражнение № 7

«Сигнал кнопки»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

- при нажатии кнопки X10 загорается индикатор Y10 на панели управления и остается включенным в течение 5 секунд. Одновременно включается красный сигнал светофора Y0 и начинает мерцать (одну секунду – включен, одна секунду – выключен) с интервалом в одну секунду на протяжении 5 секунд.
- по окончании 5 секунд включается желтый сигнал Y1 светофора и остается гореть на протяжении 5 секунд.
- по окончании 5 секунд включается зеленый сигнал светофора Y2 и остается включенным в течение 10 секунд.
- после погасания зеленого сигнала вновь включается сигнал красного цвета, и процесс заново повторяется.

Упражнение № 8 «Сортировка деталей по размеру»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

- при включении на панели управления переключателя X24 конвейеры приводятся в действие.
- при нажатии кнопки PB1 (X20), при условии что робот находится в отправной точке X0, робот подает деталь на конвейер.
- в зависимости от размера детали за счет включения/выключения сортирующей створки Y5 детали большого размера подаются на тыльный конвейер, а детали среднего и малого размера на передний.

Упражнение № 9 «Отбор детали»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

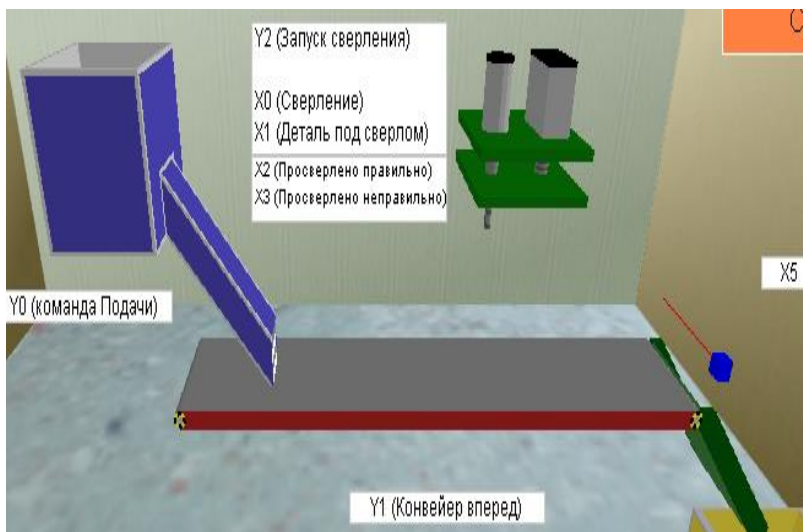
– если PLC находится в режиме RUN, то конвейер непрерывно движется.

– когда на панели управления нажата кнопка PB1 (X20), загорается лампа индикации «Подача разрешена» и оператор подает деталь. При отпускании кнопки PB1 (X20) лампа индикации гаснет. Однако если деталь находится на столе, то подача не включается и лампа индикации не загорается.

– когда деталь оказывается на столе ($X1=1$, $X0=1$), то включается робот (Y2) для разгрузки детали с конвейера. Если функционирование робота не завершено ($X2=1$), то робот не включится. Команда «Разгрузить» может быть выполнена лишь при нахождении робота в отправной точке ($X0=1$).

Упражнение № 10 «Сверление»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

– при нажатии кнопки RB1 (X20) осуществляется подача Y0 детали на конвейер через загрузочную воронку. Когда кнопка отпущена, подача прекращается.

– при включении переключателя X24 конвейер начинает двигаться вперед, а при выключении останавливается.

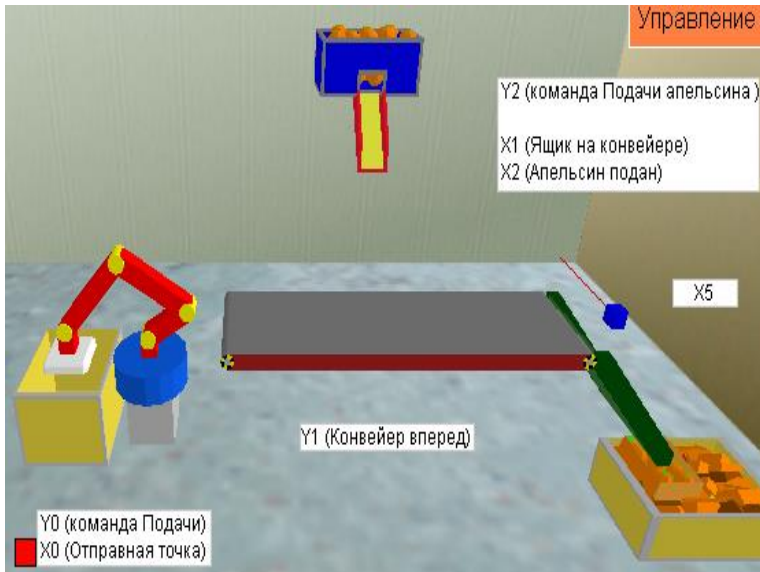
– при обнаружении датчиком X1 (X1=1) детали конвейер останавливается и запускается сверление детали Y2 (Y2=1). Сверление прекращается, когда X0=1.

– после обработки сверлильной машиной одного полного цикла и подтверждения, что деталь просверлена правильно (X2=1) или неправильно (X3=1), деталь переносится в поддон справа.

Упражнение № 11

«Управление подачей детали»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

– при включении переключателя X24 включается конвейер. Конвейер останавливается при установке переключателя X24 в положение выключено и при попадании ящика на конвейер X1=1.

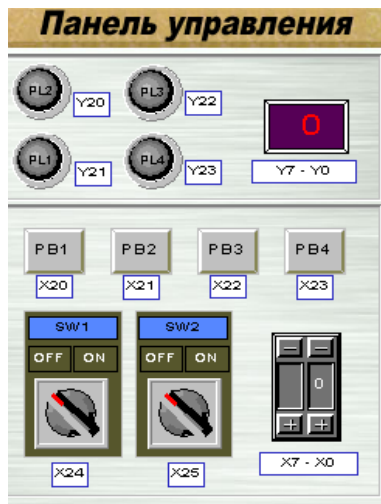
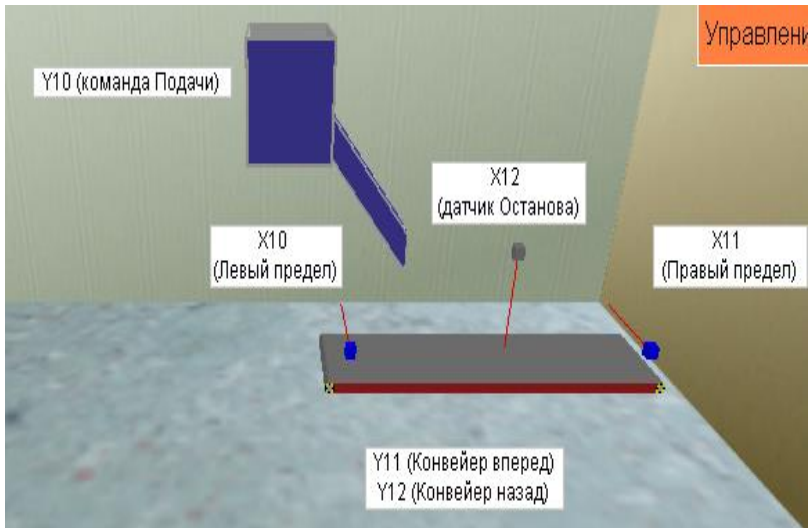
– при нажатии кнопки PB1 (X20) и при нахождении робота в отправной точке (X0=1) осуществляется подача Y0 роботом ящика.

– подача Y2 апельсинов в ящик осуществляется при попадании ящика на конвейер (X1=1).

– подсчет апельсинов осуществляется по сигналам датчика X2 – апельсин подан. Число апельсинов, загружаемых в ящик, составляет 5. Заполненный ящик переносится к поддону.

Упражнение № 12 «Управление конвейером»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

– при нажатии кнопки РВ1 (Х20) осуществляется подача Υ_{10} детали на конвейер через загрузочную воронку. Когда кнопка отпущена, подача прекращается.

– переключатель РВ2 (Х21) осуществляет включение конвейера. Конвейер движется вперед, когда $\Upsilon_{11}=1$ и останавливается при достижении детали правого предела: $X_{11}=1$. Затем конвейер движется назад $\Upsilon_{12}=1$ и останавливается при достижении детали левого предела: $X_{10}=1$ на 5 секунд.

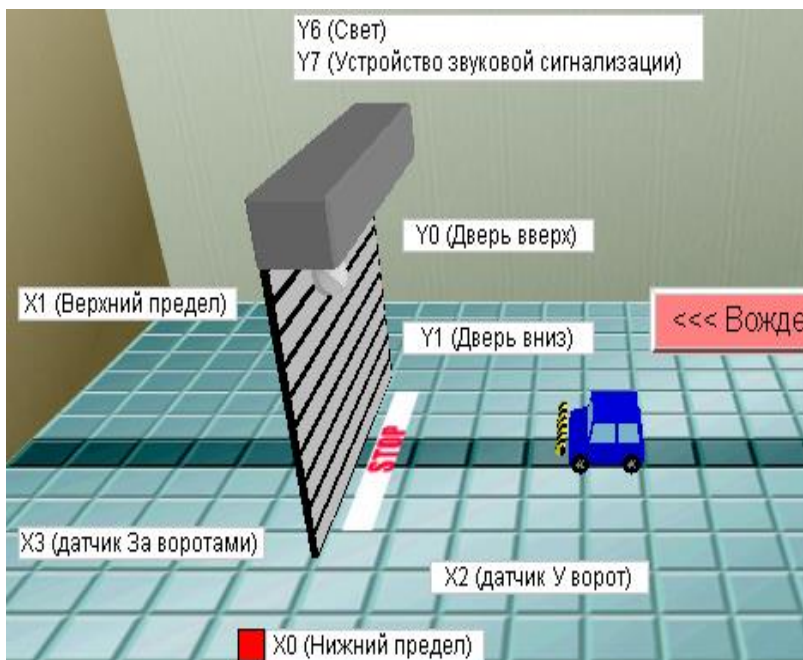
– затем конвейер вновь двигается вперед $\Upsilon_{11}=1$ до момента достижения деталью положения датчика останова $X_{12}=1$.

4. УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ПРОДВИНУТОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Упражнение № 13

«Автоматическое функционирование заслонки»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

– при приближении автомобиля к двери включается устройство поднимания дверей. При движении вверх дверь останавливается при срабатывании конечного выключателя «Верхний предел» ($X1=1$).

– при проезде автомобилем дверного проема дверь опускается. При движении вниз, дверь останавливается, когда срабатывает выключатель «Нижний предел» ($X0=1$).

– при нахождении автомобиля между датчиками «У ворот» X2 и «За воротами» X3 дверь не опускается. Устройство звуковой сигнализации Y7 функционирует во время движения двери. Световое устройство Y6 горит во время нахождения автомобиля между датчиками X2 и X3.

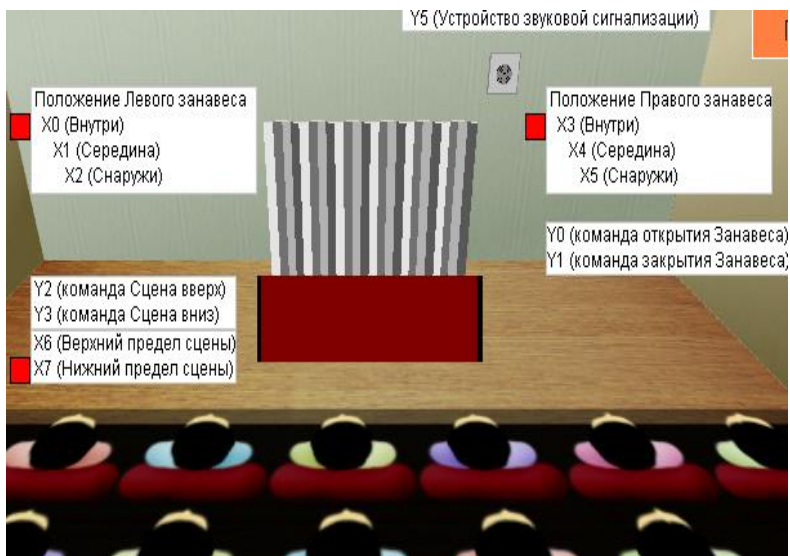
– 4 лампы на панели управления служат для индикации перемещения двери.

– дверь может быть принудительно открыта и закрыта вручную посредством нажатия на панели управления соответствующих кнопок: «Дверь вверх» (X10) и «Дверь вниз» (X11).



Упражнение № 14 «Параметры сцены»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



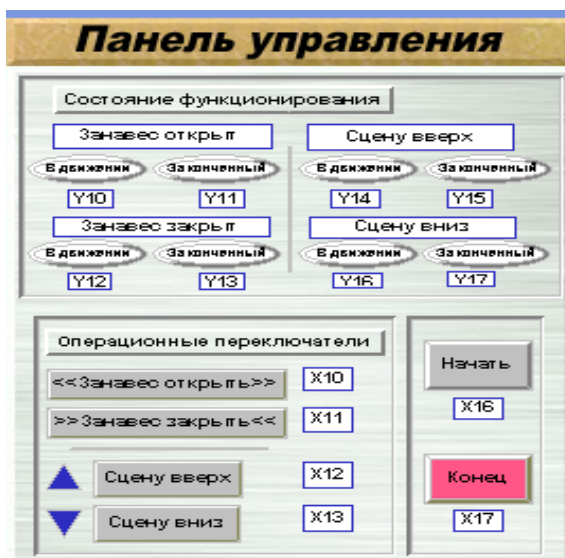
Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

– при нажатии кнопки «начать» (X16) и при условии, что занавес закрыт и сцена расположена у нижнего предела, в течение 5 секунд работает устройство звуковой сигнализации У5.

– по окончании работы устройства звуковой сигнализации открывается занавес до достижения предельных положений, контролируемых посредством конечных выключателей X2 и X5.

– после полного раскрытия занавеса, начинается подъем сцены У2, и продолжается до срабатывания конечного выключателя верхнего положения сцены (X6=1).

– при нажатии кнопки «завершить» (X17) на панели управления занавес закрывается до тех пор, пока его половины не достигнут внутренних положений, контролируемых датчиками X0 и X3.

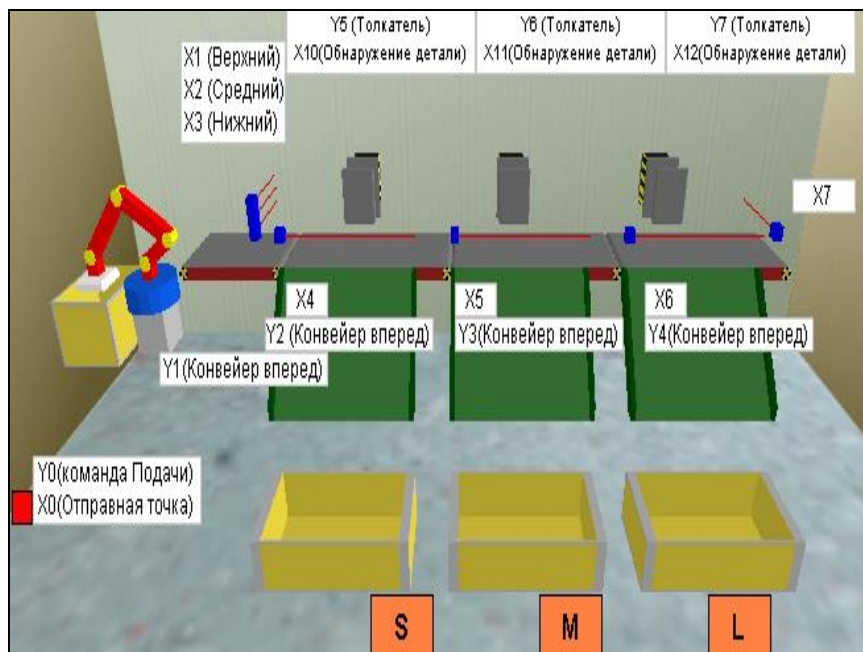


Особенности операций, выполняемых вручную:

- все операции допускаются при отсутствии выполняющихся автоматических операций.
- занавес может быть раскрыт только при нажатии на панели управления кнопки «открытие занавеса» (X10). Занавес останавливается, когда его половины достигают датчиков раскрытого положения (X2 и X5).
- занавес может быть закрыт только при нажатии на панели управления кнопки «закрытие занавеса» (X11). Занавес останавливается, когда его половины достигают датчиков раскрытого положения (X0 и X3).
- сцена может двигаться вверх только при нажатой на панели управления кнопки «подъем сцены» (X12). Сцена останавливается при достижении верхнего предела (X6).
- сцена может двигаться вниз только при нажатой на панели управления кнопки «опускание сцены» (X13). Сцена останавливается при достижении нижнего предела (X7).
- лампы индикации на панели управления загораются или гаснут в соответствии с операциями, проводимыми с занавесом и сценой.

Упражнение № 15 «Распределение деталей»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

- при нажатии кнопки РВ1 (X20) осуществляется подача Y0 при условии нахождения робота в отправной точке.
- при включении переключателя X24 конвейеры двигаются и останавливаются при его отключении.

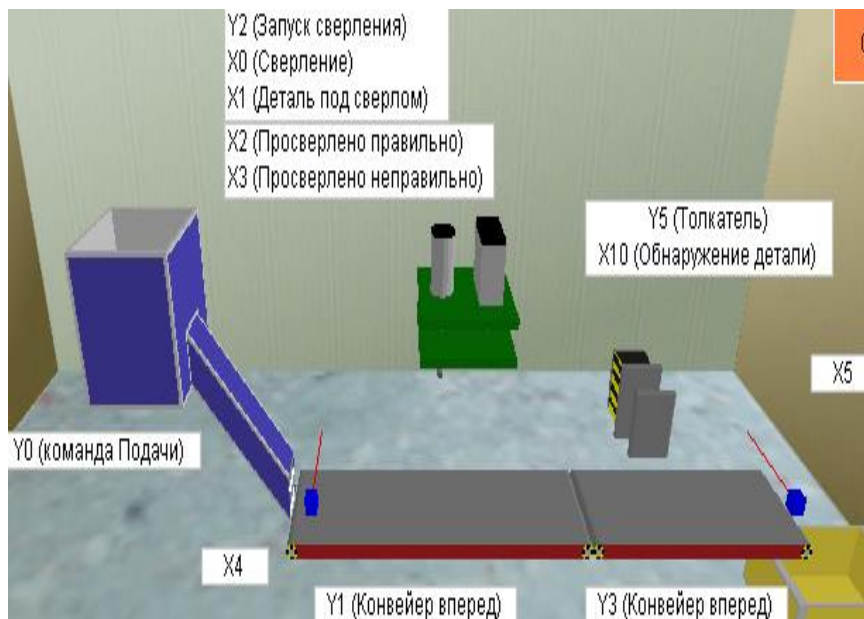
– детали больших, средних и малых размеров, помещенных на конвейер, сортируются по состояниям входов датчиков: «верхний» X1, «средний» X2 и «нижний» X3 и переносятся к установленным поддонам.

– когда датчик для обнаружения детали (X10, X11 и X12) обнаруживает деталь (X10=1, X11=1 и X12=1), конвейер останавливается, и деталь сталкивается на поддон.

– на поддонах должно оказаться указанное число деталей каждого из размеров: большие – 3 детали; средние – 2 детали и малые – 2 детали. Избыточные детали должны проходить перед толкателями и падать с правой стороны.

Упражнение № 16 «Отбраковка деталей»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

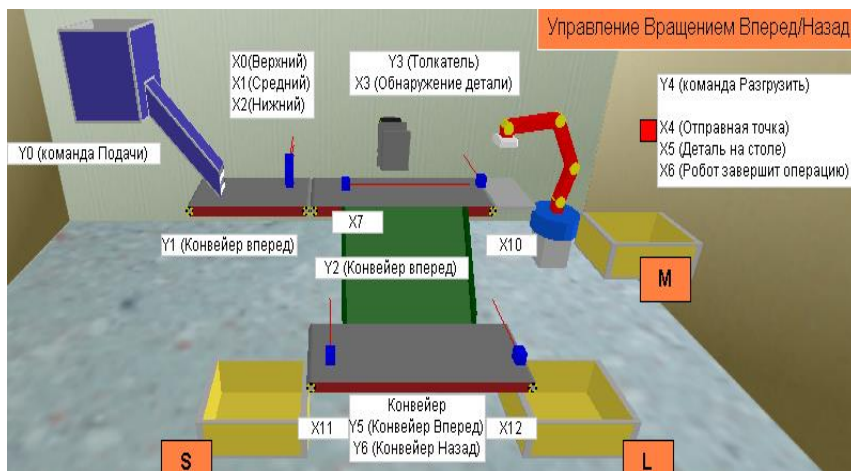
- нажатием кнопки PB1 (X20) включается подача $Y0=1$ детали из загрузочной воронки. При отпускании кнопки подача $Y0=0$ отключается.
- включением переключателя X24 на панели управления осуществляется движение конвейеров, выключением – остановка.
- когда датчик «деталь под сверлом» ($X2=1$) реагирует на соответствующее положение детали на конвейере, последний останавливается.

- осуществляется запуск сверления $\Upsilon 2$. При установке сигнала «сверление» ($X0=1$), запуск сверления отключается $\Upsilon 2=0$.
- полный цикл сверлильной машины заканчивается после установки сигнала $X2=1$ или $X3=1$.
- при обнаружении дефектной детали датчиком $X10=1$, конвейер останавливается, и толкатель сталкивает деталь на поддон. Хорошую деталь конвейер перемещает к поддону, расположенному с правой стороны.

Упражнение № 17

«Управление вращением вперед/назад»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

- нажатием кнопки РВ1 (X20) включается подача $Y0=1$ детали из загрузочной воронки. При отпускании кнопки подача $Y0=0$ отключается.

- включением переключателя X24 на панели управления осуществляется движение конвейеров, выключением – остановка.

- нажатием кнопки РВ1 (X20) включается подача $Y0=1$ детали из загрузочной воронки. При отпускании кнопки подача $Y0=0$ отключается.

- включением переключателя X24 на панели управления осуществляется движение конвейеров, выключением – остановка.

- большие, средние и мелкие детали на конвейерах сортируются по сигналам на выходах 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. Средняя деталь переносится к под-

дону роботом. Мелкая деталь сталкивается на нижний конвейер и переносится к левому поддону.

– при обнаружении детали $X3=1$, конвейер останавливается и большая или малая деталь сталкивается на нижний конвейер.

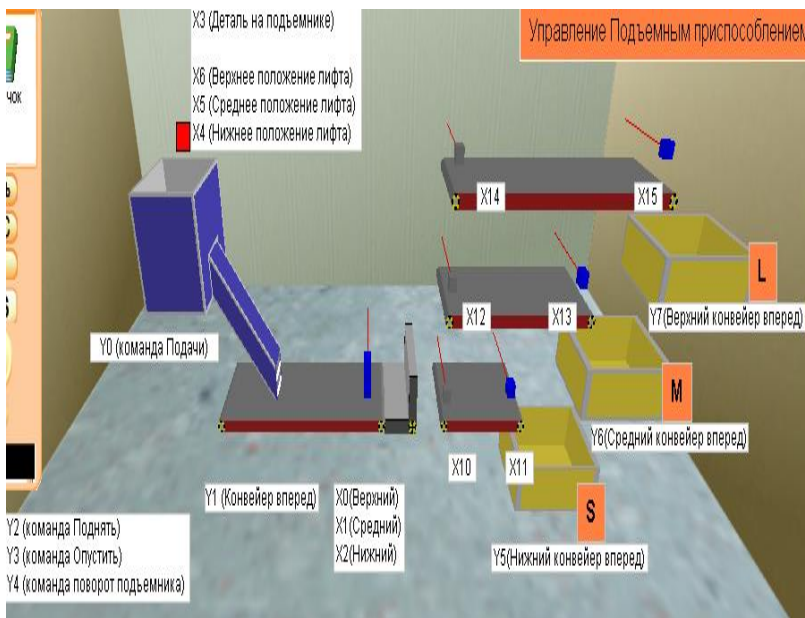
– когда датчик «деталь на столе» обнаруживает деталь $X5=1$, осуществляется выгрузка детали $Y4=1$. Выгрузка прекращается $Y4=0$ при появлении сигнала на выходе $X6$ – «робот завершает операцию».

– если на панели управления включен переключатель $X25=1$, то должна быть автоматически подана деталь при переносе средние детали роботом, при помещении детали малого или среднего размера на поддон.

Упражнение № 18

«Управление подъемным приспособлением»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

– нажатием кнопки PB1 (X20) включается подача $Y0=1$ детали из загрузочной воронки. При отпуске кнопки подача $Y0=0$ отключается.

– включением переключателя X24 на панели управления осуществляется движение конвейеров, а выключением – остановка.

– после того, как один из датчиков X10, X12 или X14 обнаружит деталь, соответствующий конвейер включается и переносит деталь к поддону в правом конце. Конвейер останавливается спустя 3 секунды после того. Как деталь пройдет мимо датчика X11, X13 или X15 в правом конце конвейера.

– большие, средние и мелкие детали на конвейере сортируются посредством сигналов датчиков: «верхний» (X0), «средний» (X1) и нижний (X2).

– когда срабатывает встроенный в подъемник датчик «деталь на подъемнике» (X3=1), осуществляется перенос детали согласно ее размеру к одному из следующих конвейеров:

– большая деталь – верхний конвейер;

– средняя деталь – средний конвейер;

– малая деталь – нижний конвейер;

– команда «лифт вверх» (Y2) и команда «лифт вниз» (Y3) подаются согласно положению подъемника, определяемому следующими датчиками:

Верхний – X6;

Средний – X3;

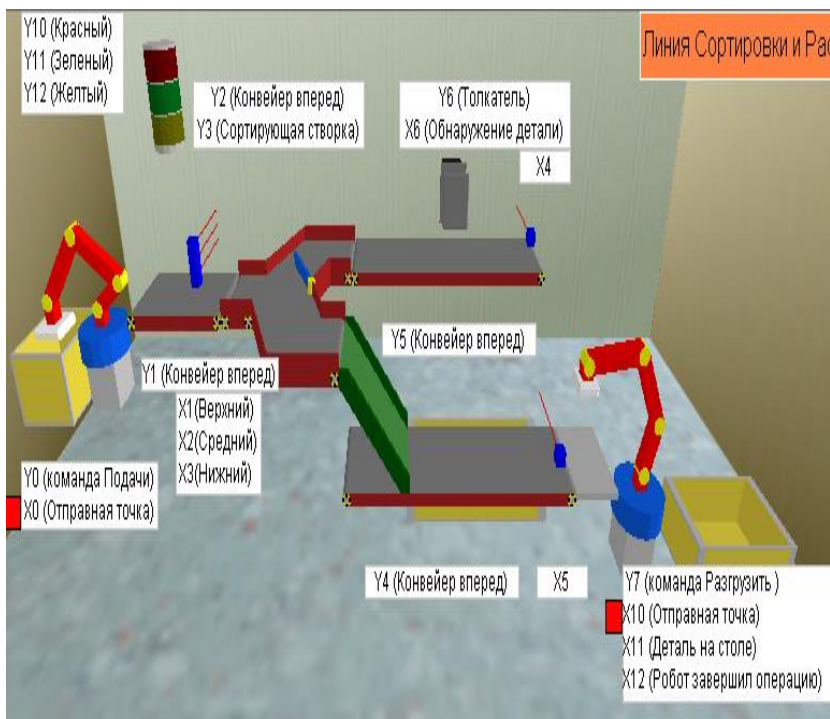
Нижний – X4

– перенос детали с лифта на конвейер осуществляется за счет вращения подъемника (Y4). После того, как деталь перенесена, подъемник должен возвратиться в начальное положение.

Упражнение № 19

«Линия сортировки и распределения»

Задание: используя ранее изученные основные инструкции, составьте программу и подтвердите ее функционирование.



Характеристика устройства управления, алгоритм системы управления:

– нажатием кнопки РВ1 (Х20) включается подача $У0=1$ детали роботом при условии нахождения робота в отправной точке Х0. Подача $У0=0$ отключается при возвращении робота в отправную точку.

– включением переключателя Х24 на панели управления осуществляется движение конвейеров, а выключением – остановка.

– 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 поддонам.

– большая деталь переносится к тыловому конвейеру, когда включена сортирующая створка $\Upsilon 3=1$ и падает с конвейера с правой стороны.

– деталь среднего размера переносится к переднему конвейеру, когда сортирующая створка выключена ($\Upsilon 3=0$), и далее роботом переносится на поддон.

– деталь малого размера переносится к тыловому конвейеру, когда включена сортирующая створка ($\Upsilon 3=1$). Когда датчик «обнаружение детали» срабатывает (X6=1), конвейер останавливается и деталь сталкивается на поддон.

– когда срабатывает датчик «деталь на столе» (X11=1), то запускается команда «разгрузить» ($\Upsilon 7=1$). Разгрузка прекращается ($\Upsilon 7=0$) при появлении сигнала X12 (X12=1): «робот завершил операцию».

– если переключатель X25 на панели управления включен (X25=1), то автоматически подается очередная деталь: когда робот начинает переносить деталь среднего размера; когда малая деталь помещена на поддон; или когда большая деталь падает с правой стороны конвейера.

– проблесковые огни зажигаются следующим образом: «красный» горит во время подачи детали роботом; «зеленый» горит во время перемещения конвейера; «желтый» горит во время остановки конвейера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программное обеспечение фирмы Mitsubishi Electric FX-TRN-BEG-EU.
2. Свободно программируемые контроллеры. Основной курс ТР301 – Курс обучения «Средства автоматизации»: учебник / Р. Близенер [и др]. – Киев: ДП «Фесто», 2005.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Краткие сведения из теории	4
1. Изучение основных инструкций РКС и обучающей программы FX-TRN-BEG-EU	8
2. Упражнения для начинающих	21
3. Упражнения для обученного пользователя	29
4. Упражнения для продвинутого пользователя	36
Литература	50