

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Матвеев Александр Сергеевич
Должность: И.о. начальника учебно-методического управления
Дата подписания: 13.12.2023 15:58:15
Уникальный программный ключ:
49d4975072634318804ed29d926202c307450e

Приложение к ППССЗ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева»
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по междисциплинарному курсу
МДК.01.02 «Технология программирования мехатронных систем»

**специальность: 15.02.10 Мехатроника и
мобильная робототехника (по отраслям)**

форма обучения: очная

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению лабораторных работ подготовлены на основе рабочей программы ПМ.01 «Монтаж, программирование и пуско-наладка мехатронных систем» для междисциплинарного курса МДК.01.02 «Технология программирования мехатронных систем», разработанной на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)» и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.2. Осуществлять настройку и конфигурирование программируемых логических контроллеров и микропроцессорных систем в соответствии с принципиальными схемами подключения.

ПК 1.3. Разрабатывать управляющие программы мехатронных систем в соответствии с техническим заданием.

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен

При выполнении лабораторных работ студент должен **знать**:

- Правила техники безопасности при проведении монтажных и пуско-наладочных работ и испытаний мехатронных систем;
- Концепцию бережливого производства;
- Перечень технической документации на производство монтажа мехатронных систем;
- Нормативные требования по проведению монтажных работ мехатронных систем;
- Порядок подготовки оборудования к монтажу мехатронных систем;
- Технологию монтажа оборудования мехатронных систем;
- Принцип работы и назначение устройств мехатронных систем;
- Теоретические основы и принципы построения, структуру и режимы работы мехатронных систем;
- Правила эксплуатации компонентов мехатронных систем;

- Принципы связи программного кода, управляющего работой ПЛК, с действиями исполнительных механизмов;
- Промышленные протоколы для объединения ПЛК в сеть;
- Языки программирования и интерфейсы ПЛК;
- Технологии разработки алгоритмов управляющих программ ПЛК;
- Языки программирования и интерфейсы ПЛК;
- Технологии разработки алгоритмов управляющих программ ПЛК;
- Основы автоматического управления;
- Методы визуализации процессов управления и работы мехатронных систем;
- Методы отладки программ управления ПЛК;
- Методы организации обмена информацией между устройствами мехатронных систем с использованием промышленных сетей;
- Последовательность пуско-наладочных работ мехатронных систем;
- Технологию проведения пуско-наладочных работ мехатронных систем;
- Нормативные требования по монтажу, наладке и ремонту мехатронных систем;
- Технологии анализа функционирования датчиков физических величин, дискретных и аналоговых сигналов;
- Правила техники безопасности при отладке программ управления мехатронными системами;
- Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
- Основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте;
- Алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
- Методы работы в профессиональной и смежных сферах;
- Структура плана для решения задач;
- Порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;
- Номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
- Приемы структурирования информации;
- Формат оформления результатов поиска информации;
- Содержание актуальной нормативно-правовой документации;
- Современная научная и профессиональная терминология;
- Возможные траектории профессионального развития и самообразования;
- Особенности социального и культурного контекста;
- Правила оформления документов;
- Роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека;
- Основы здорового образа жизни;
- Условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для профессии (специальности);
- Средства профилактики перенапряжения;
- Современные средства и устройства информатизации;
- Порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности;
- Правила построения простых и сложных предложений на профессиональные

темы;

- Основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика);
- Лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;
- Особенности произношения;
- Правила чтения текстов профессиональной направленности.

При выполнении лабораторных работ студент должен **уметь:**

- Применять технологии бережливого производства при организации и выполнении работ по монтажу и наладке мехатронных систем;
- Читать техническую документацию на производство монтажа;
- Читать принципиальные структурные схемы, схемы автоматизации, схемы соединений и подключений;
- Подготовить инструмент и оборудование к монтажу;
- Осуществлять предмонтажную проверку элементной базы мехатронных систем;
- Осуществлять монтажные работы гидравлических, пневматических, электрических систем и систем управления;
- Контролировать качество проведения монтажных работ мехатронных систем;
- Настраивать и конфигурировать ПЛК в соответствии с принципиальными схемами подключения;
- Читать принципиальные структурные схемы, схемы автоматизации, схемы соединений и подключений;
- Методы непосредственного, последовательного и параллельного программирования;
- Алгоритмы поиска ошибок управляющих программ ПЛК;
- Разрабатывать алгоритмы управления мехатронными системами;
- Программировать ПЛК с целью анализа и обработки цифровых и аналоговых сигналов и управления исполнительными механизмами мехатронных систем;
- Визуализировать процесс управления и работу мехатронных систем;
- Применять специализированное программное обеспечение при разработке управляющих программ и визуализации процессов управления и работы мехатронных систем;
- Проводить отладку программ управления мехатронными системами и визуализации процессов управления и работы мехатронных систем;
- Использовать промышленные протоколы для объединения ПЛК в сеть;
- Производить пуско-наладочные работы мехатронных систем;
- Выполнять работы по испытанию мехатронных систем после наладки и монтажа;
- Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- Анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Правильно выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Составлять план действия;
- Определять необходимые ресурсы;

- Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Реализовать составленный план;
- Оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- Определять задачи поиска информации;
- Определять необходимые источники информации;
- Планировать процесс поиска;
- Структурировать получаемую информацию;
- Выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Оформлять результаты поиска;
- Определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
- Выстраивать траектории профессионального и личностного развития;
- Излагать свои мысли на государственном языке;
- оформлять документы;
- Использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей;
- Применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности;
- Пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной профессии (специальности);
- Применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Использовать современное программное обеспечение;
- Понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые);
- Понимать тексты на базовые профессиональные темы;
- Участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;
- Строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности;
- Кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые);
- Писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы.

Содержание лабораторных занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объём лабораторных занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность лабораторного занятия - 2 академических часа. Перед проведением лабораторного занятия преподавателем организуется инструктаж, а по его окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению лабораторных работ МДК 01.02 «Технология программирования мехатронных систем» содержит 8 лабораторных занятий.

**Перечень лабораторных работ
по дисциплине МДК 01.02 «Технология программирования
мехатронных систем»**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: Конфигурация ПЛК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: Конфигурация ПЛК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: Конфигурация ПЛК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Тема: Конфигурация ПЛК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: Конфигурация ПЛК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Тема: Создания проекта ПЛК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Тема: Создания проекта ПЛК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Тема: Создания проекта ПЛК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: Конфигурация ПЛК.

Цель: Изучить конфигурацию ПЛК.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ПМ.01 «Монтаж, программирование и пуско-наладка мехатронных систем»

- рабочее место преподавателя;
- рабочие места по количеству обучающихся;
- наглядные пособия (образцы, плакаты);
- комплект деталей, инструментов, приспособлений;
- комплект бланков технологической документации.
- компьютер с лицензионным программным обеспечением;
- мультимедиапроектор;
- интерактивная доска;
- компьютерные обучающие, контролирующие и профессиональные программы;
- DVD-фильмы.

Справочный материал

Принцип работы ПЛК несколько отличается от «обычных» микропроцессорных устройств. Программное обеспечение универсальных контроллеров состоит из двух частей. Первая часть – это системное программное обеспечение. Проводя аналогию с компьютером, можно сказать, что это операционная система, которая управляет работой узлов контроллера, взаимосвязями составляющих частей, внутренней диагностикой. Системное программное обеспечение ПЛК расположено в постоянной памяти центрального процессора и всегда готово к работе. По включении питания ПЛК готов взять на себя управление системой уже через несколько миллисекунд.



Рисунок 1 – Структурная схема ПЛК.

Вторая часть программного обеспечения – это программа управления, которая разрабатывается при проектировании системы управления технологическим объектом и хранится в перепрограммируемой памяти.

Управляющая программа может изменяться в процессе эксплуатации оборудования, например при модернизации технологической установки.

ПЛК работают циклически по методу периодического опроса входных данных.

Рабочий цикл ПЛК включает четыре фазы:

- 1) опрос входов;
- 2) выполнение пользовательской программы;
- 3) установку значений выходов;
- 4) некоторые вспомогательные операции (диагностика, подготовка данных для отладчика, визуализации и т. д.).

Выполнение первой фазы обеспечивается системным программным обеспечением, после чего управление передается прикладной программе, которая записана в память. По этой программе контроллер делает то, что необходимо, а по ее завершении управление опять передается системному уровню. За счет этого обеспечивается максимальная простота построения прикладной программы – ее создатель не должен знать, как производится управление аппаратными ресурсами. Необходимо знать, с какого входа приходит сигнал и как на него реагировать на выходах.

Очевидно, что время реакции на событие будет зависеть от времени выполнения одного цикла прикладной программы. Определение времени реакции – времени от момента события до момента выдачи соответствующего управляющего сигнала – поясняется на рисунке 2.

Обладая памятью, ПЛК в зависимости от предыстории событий способен реагировать по-разному на текущие события. Возможности перепрограммирования, управления по времени, развитые вычислительные способности, включая цифровую обработку сигналов, поднимают ПЛК на более высокий уровень в отличие от простых комбинационных автоматов.

Существует три вида входов:

- дискретные;
- аналоговые;
- специальные.



Рисунок 2 – Рабочий цикл ПЛК.

Один дискретный вход ПЛК способен принимать один бинарный электрический сигнал, описываемый двумя состояниями – включен или выключен. Все дискретные входы (общего исполнения) контроллеров обычно рассчитаны на прием стандартных сигналов с уровнем 24 В постоянного тока. Типовое значение тока одного дискретного входа (при входном напряжении 24 В) составляет около 10 мА.

Аналоговый электрический сигнал отражает уровень напряжения или тока, соответствующий некоторой физической величине, в каждый момент времени. Это может быть температура, давление, вес, положение, скорость, частота и т. д.

Порядок выполнения работы и содержание отчета

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Лб.р.1», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.
2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.
3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.
4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение программируемого контроллера?
2. С помощью, каких средств может быть записана программа пользователя в ПЛК?
3. Назовите основные функциональные блоки аппаратного комплекса ПЛК.
Перечислите их функциональное назначение.
4. Каков состав цикла работы ПЛК?
5. Как определяется время цикла ПЛК?
6. Для чего используется сторожевой таймер в структуре ПЛК?
7. Что такое режим реального времени?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: Конфигурация ПЛК.

Цель: Изучить конфигурацию ПЛК.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ПМ.01 «Монтаж, программирование и пуско-наладка мехатронных систем»

- рабочее место преподавателя;
- рабочие места по количеству обучающихся;
- наглядные пособия (образцы, плакаты);
- комплект деталей, инструментов, приспособлений;
- комплект бланков технологической документации.
- компьютер с лицензионным программным обеспечением;
- мультимедиапроектор;
- интерактивная доска;
- компьютерные обучающие, контролирующие и профессиональные программы;
- DVD-фильмы.

Справочный материал

FBD (Function Block Diagram) представляет собой графический язык программирования, соответствующий стандарту МЭК 61131-3 и широко используемый для создания приложений в сфере автоматизации. Программы, созданные на языке **FBD**, обычно называются диаграммами. Они состоят из нескольких цепей, каждая из которых содержит логические или арифметические выражения, функциональные блоки, функции, переходы или команды возврата. В отличие от языка релейных диаграмм **LD** «проводники» в **FBD** могут проводить различные сигналы (логические, аналоговые, время и т. д.).

Прежде чем приступить к составлению **FBD** диаграммы в CoDeSys, необходимо выполнить следующие подготовительные действия.

1. В соответствии с условиями конкретной задачи определить тип каждой переменной (или сигнала) согласно списку поддерживаемых типов данных CoDeSys. Известно, что комплекс CoDeSys способен обрабатывать данные различных типов: логические; целочисленные; рациональные; строки; время и дата. Тип данных определяет род информации и методы ее обработки и хранения, количество выделяемой памяти. Программист может непосредственно использовать элементарные (базовые) типы данных или создавать собственные (пользовательские) типы на их основе.

2. Определить набор операторов, функций и функциональных блоков для решения поставленной задачи.

3. Нарисовать схему на бумаге. При необходимости изменить тип переменных или состав операторов и функциональных блоков.

Порядок формирования программы на языке FBD

1. Запускаем приложение CoDeSys, затем в строке меню открываем раздел **Файл** и выбираем команду **Создать**. При этом откроется окно **Настройки целевой платформы**. В поле **Конфигурация** этого окна необходимо указать подходящую

целевую платформу (например, 3S CoDeSys SP PLCWinNT V2.4). Если разрабатываемая программа предназначена для учебных целей и будет работать только в режиме эмуляции, то можно сразу нажать ОК, не задавая никаких параметров.

2. После выбора целевой платформы автоматически открывается окно **Новый программный компонент (POU)**, где в разделе **Тип POU** выбираем **Программа**, а в качестве языка реализации – **FBD**. Имя данного POU (PLC_PRG) менять нельзя.

3. После выполнения указанных действий откроется рабочее окно CoDeSys, в котором будет формироваться программа на языке функциональных блоковых диаграмм.

4. В строке меню открываем раздел **Вставить** и выбираем **Элемент** (эта и другие основные операции продублированы соответствующими кнопками на панели инструментов). С помощью данной команды в схему можно вставлять операторы, функции, функциональные блоки и программы. Сразу после ее выполнения в схеме появляется оператор **AND** (логическое И). Выбрав текстовое поле, где написано **AND**, этот оператор можно превратить в любой другой объект (функцию, функциональный блок, программу, оператор), написав имя желаемого объекта. Это имя удобно выбирать, используя **Ассистент ввода** (клавиша **F2**). Если новый блок имеет другое число входов, чем оператор **AND**, то будут автоматически добавлены новые входы или удалены ненужные.

5. Указываем имя экземпляра функционального блока. Для этого наводим курсор на ???, кликаем один раз левой кнопкой мышки (1 ЛКМ), вместо вопросов вводим корректное имя объекта и нажимаем **Enter**. В результате откроется окно **Объявление переменной**. Если разрабатываемая программа предназначена для учебных целей и будет работать только в режиме эмуляции, то можно сразу нажать **ОК**, после этого имя появится над объектом. Для **FBD операторов имя** блока вводить не требуется.

6. Определяем тип и количество входных переменных для данного элемента. Все неопределенные входы обозначаются тремя вопросительными знаками (???). Кликаем один раз ЛКМ по обозначению входа (???), вместо вопросов вводим корректное имя переменной и нажимаем **Enter**. В результате откроется окно **Объявление переменной**. Здесь из списка выбираем подходящий тип и нажимаем **ОК**. Аналогично настраиваются остальные входы объекта. Также в качестве входных сигналов могут использоваться и **константы**.

У некоторых **FBD операторов** можно изменить количество входов. Для этого выбираем уже существующий вход, перед которым мы хотим создать новый, и выполняем команду **Вставить** → **Вход**.

8. Формируем выходной сигнал элемента. Для этого выделяем курсором пока еще не определенный выход блока и выполняем команду **Вставить** → **Присваивание**. В результате на схеме появится вывод для выходной переменной, которую необходимо определить согласно методике, представленной выше. Если требуется увеличить количество выходов блока, то выполняем команду **Вставить** → **Выход**.

9. Включаем в схему новые элементы, связываем их друг с другом и настраиваем в соответствии с описанной выше методикой.

Задание

Создайте проект, рассмотренный в примере. Проверьте работу программы в режиме эмуляции. Результаты представьте в форме таблицы.

Порядок выполнения работы и содержание отчета

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Лб.р.1», не забывая периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение программируемого контроллера?

2. С помощью, каких средств может быть записана программа пользователя в ПЛК?

3. Назовите основные функциональные блоки аппаратного комплекса ПЛК. Перечислите их функциональное назначение.

4. Каков состав цикла работы ПЛК?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: Конфигурация ПЛК.

Цель: Изучить конфигурацию ПЛК.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ПМ.01 «Монтаж, программирование и пуско-наладка мехатронных систем»

- рабочее место преподавателя;
- рабочие места по количеству обучающихся;
- наглядные пособия (образцы, плакаты);
- комплект деталей, инструментов, приспособлений;
- комплект бланков технологической документации.
- компьютер с лицензионным программным обеспечением;
- мультимедиапроектор;
- интерактивная доска;
- компьютерные обучающие, контролирующие и профессиональные программы;
- DVD-фильмы.

Справочный материал

1. В строке меню открываем раздел Онлайн и включаем Режим эмуляции.
2. В разделе Онлайн кликаем 1ЛКМ по строке Подключение.
3. В разделе Онлайн кликаем 1ЛКМ по строке Старт. После этого на экран будут выведены текущие значения всех переменных (как входных, так и выходных). Исключение составляет тот случай, когда входом функционального блока является выражение. Тогда выводится только значение первой переменной в выражении.
4. Задаем новые значения входных переменных. Для этого дважды кликаем мышкой по переменной и в открывшемся диалоговом окне заполняем соответствующее поле. Если переменная является логической, то диалоговое окно не выводится, а значение переменной просто переключается.
5. В разделе Онлайн кликаем 1ЛКМ по строке Записать значения. Эта команда используется для записи значений переменных в программируемый логический контроллер (ПЛК), а в режиме эмуляции – для формирования и последующего отображения результатов вычисления виртуального ПЛК.
В режиме Онлайн, если вы переместите указатель мыши на переменную, то в подсказке появится тип, комментарии и адрес этой переменной.
6. В соответствии с представленной методикой подаем на FBD диаграмму все необходимые комбинации входных сигналов и определяем значения выходных переменных.
7. По завершении эксперимента в разделе Онлайн кликаем 1ЛКМ по строке Стоп, а затем по строке Отключение. После этого программу на языке FBD можно редактировать.

Задание

Пример создания простой программы на языке FBD

Дано

Четыре аналоговых сигнала (входные переменные **A, B, C, D**), которые могут

принимать только целые значения в диапазоне от –200 до 200.

Требуется

Разработать программу на языке **FBD**, которая вычисляет суммарное значение всех сигналов, а также выбирает и отображает максимальное значение из всего набора входных переменных.

Решение

1. Для вычисления суммы потребуется арифметический оператор **ADD**. По умолчанию этот блок имеет два входа, но имеется возможность увеличения их количества.

2. Для определения максимального значения потребуется оператор выборки **MAX**. Этот блок имеет только два входа.

3. Согласно условию задачи создаем четыре входных переменных (**A, B, C, D**) и определяем для них целочисленный тип данных **INT**.

4. Выходные сигналы обозначим как **Summa** и **Maximum**. Для них также определим целочисленный тип данных **INT**.

5. По известной методике в рабочем окне CoDeSys создаем FBD диаграмму. Пример представлен на рис. 1.

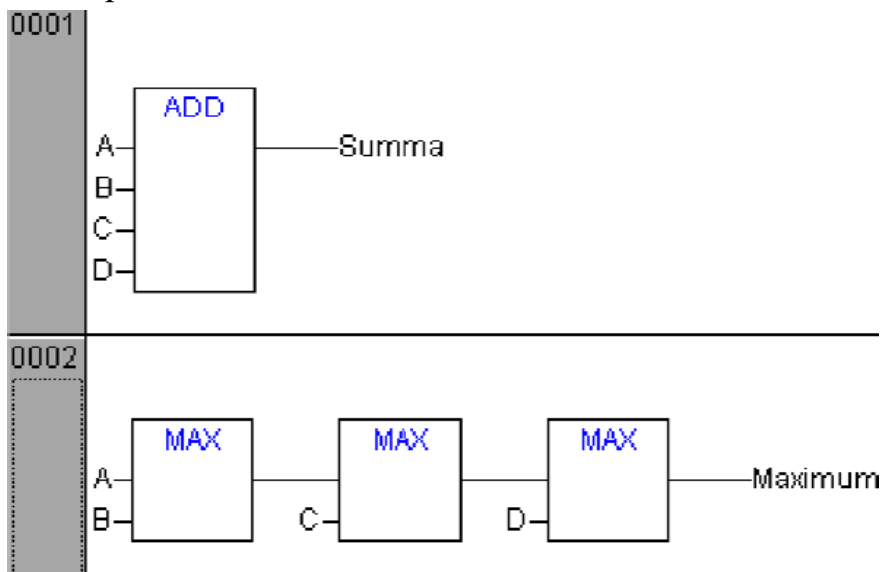


Рис. 1. Программа на языке FBD для вычисления суммы и максимального значения

6. Проверяем работу программы в режиме эмуляции. Для этого достаточно подать на входы три различных набора переменных **A, B, C, D** и оценить результаты.

Порядок выполнения работы и содержание отчета

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Лб.р.1», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Контрольные вопросы

1. Как определяется время цикла ПЛК?
2. Для чего используется сторожевой таймер в структуре ПЛК?
3. Что такое режим реального времени?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Тема: Конфигурация ПЛК.

Цель: Изучить конфигурацию ПЛК.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ПМ.01 «Монтаж, программирование и пуско-наладка мехатронных систем»

- рабочее место преподавателя;
- рабочие места по количеству обучающихся;
- наглядные пособия (образцы, плакаты);
- комплект деталей, инструментов, приспособлений;
- комплект бланков технологической документации.
- компьютер с лицензионным программным обеспечением;
- мультимедиапроектор;
- интерактивная доска;
- компьютерные обучающие, контролирующие и профессиональные программы;
- DVD-фильмы.

Справочный материал

Время реакции – это время, прошедшее с момента изменения состояния системы до момента выработки соответствующей реакции.

Очевидно, для ПЛК время реакции зависит от распределения момента возникновения события и начала фазы чтения входов.

Если изменение значений входов произошло непосредственно перед фазой чтения входов, то время реакции будет наименьшим и равным времени сканирования.

Когда изменение значений входов происходит сразу после фазы чтения входов, тогда время реакции будет наибольшим, равным удвоенному времени сканирования минус время одного чтения входов.

Следовательно, время реакции ПЛК не превышает удвоенного времени сканирования. Таким образом, на время обработки данных контроллером влияют:

- 1) время цикла исполнения;
- 2) время цикла сервисных операций;
- 3) время реакции системной шины на операциях: Чтение/запись;
- 4) Задержки интерфейсов:
 - дискретные сигналы (DI) → замедление фильтрацией на входе;
 - аналоговые сигналы (AI) → время преобразования;
 - дискретные выходные сигналы (DO) → время срабатывания;
 - аналоговые выходные сигналы (AO) → время преобразования.

Задание

Требуется

1. Разработать программу на языке **FBD**, которая вычисляет частное от деления двух переменных (A / B).

2. Проверить работу программы в режиме эмуляции для переменных A и B целочисленного типа. Здесь необходимо рассмотреть четыре варианта:

- деление двух четных чисел ($A > B$);
- деление двух четных чисел ($A < B$);
- деление нечетного на четное число ($A > B$);
- деление нечетного на четное число ($A < B$).

Результаты представьте в форме таблицы, сформулируйте выводы.

3. Проверить работу программы в режиме эмуляции для переменных А и В рационального типа. Здесь необходимо рассмотреть четыре варианта:

- деление двух четных чисел ($A > B$);
- деление двух четных чисел ($A < B$);
- деление нечетного на четное число ($A > B$);
- деление нечетного на четное число ($A < B$).

Результаты представьте в форме таблицы, сформулируйте выводы.

Порядок выполнения работы и содержание отчета

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Лб.р.1», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Контрольные вопросы

1. Какой документ является регламентирующим развитие PLC?

2. Из каких частей состоит регламентирующий документ?

3. Какие языки программирования применяются для программирования PLC?

4. Какое программное обеспечение пишется на языке С для PLC?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: Конфигурация ПЛК.

Цель: Изучить конфигурацию ПЛК.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ПМ.01 «Монтаж, программирование и пуско-наладка мехатронных систем»

- рабочее место преподавателя;
- рабочие места по количеству обучающихся;
- наглядные пособия (образцы, плакаты);
- комплект деталей, инструментов, приспособлений;
- комплект бланков технологической документации.
- компьютер с лицензионным программным обеспечением;
- мультимедиапроектор;
- интерактивная доска;
- компьютерные обучающие, контролирующие и профессиональные программы;
- DVD-фильмы.

Справочный материал

Контроль времени сканирования

Правильно составленная пользовательская программа не должна содержать бесконечных циклов (и/или циклов, увеличивающих время реакции системы). В противном случае управление системе исполнения не будет передано и соответственно нормальное функционирование контроллера будет нарушено. Для преодоления данной проблемы служит контроль времени цикла. Контроль осуществляется при поддержке аппаратно реализованного «сторожевого таймера». Если фаза пользовательского кода выполняется дольше установленного порога, то ее работа будет прервана. Таким образом, достигается предсказуемое поведение ПЛК при ошибках в программе и при «зависании» по причине аппаратных сбоев.

Обслуживание сторожевого таймера выполняется в рабочем цикле ПЛК. Выполнять эту операцию по прерыванию нельзя, поскольку при «зависании» процессора система прерываний достаточно часто продолжает исправно работать.

Определение времени цикла программы

Программный цикл представляет собой выполнение всей коммутационной программы, т.е. в первую очередь считывание входных сигналов, обработку коммутационной программы и последующий вывод выходных значений.

Время цикла – время, необходимое для однократного полного выполнения коммутационной программы.

Время одного программного цикла можно определить с помощью короткой тестовой программы. Тестовая программа создается в модуле ПЛК и возвращает значение в процессе выполнения в режиме ввода параметров, из которого определяется текущее время цикла.

Режим реального времени

В системах реального времени помимо правильности решения определяющую роль играет время реакции. Логически верное решение, полученное с задержкой более допустимой, не является приемлемым.

В системах жесткого реального времени существует определённый временной порог. При его превышении наступают необратимые катастрофические последствия. В системах мягкого реального времени характеристики системы ухудшаются с увеличением времени управляющей реакции. Система может работать плохо или еще хуже, но ничего катастрофического при этом не происходит.

Задание

Требуется

1. Разработать программу на языке FBD, которая вычисляет остаток от деления двух переменных целочисленного типа (A / B).

2. Проверить работу программы в режиме эмуляции, подавая на входы три набора переменных ($A > B$, $A = B$, $A < B$).

Результаты представьте в форме таблицы.

Порядок выполнения работы и содержание отчета

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Лб.р.1», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Контрольные вопросы

1. Какое программное обеспечение создаётся на языке С для PLC?

2. Из каких частей состоит рабочий комплекс программиста PLC?

3. В чём заключается универсальность технологии программирования PLC?

4. Из каких компонент состоит рабочее место программиста PLC?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Тема: Создания проекта ПЛК.

Цель: Изучить создание проекта ПЛК.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ПМ.01 «Монтаж, программирование и пуско-наладка мехатронных систем»

- рабочее место преподавателя;
- рабочие места по количеству обучающихся;
- наглядные пособия (образцы, плакаты);
- комплект деталей, инструментов, приспособлений;
- комплект бланков технологической документации.
- компьютер с лицензионным программным обеспечением;
- мультимедиапроектор;
- интерактивная доска;
- компьютерные обучающие, контролирующие и профессиональные программы;
- DVD-фильмы.

Справочный материал

Рассмотрим программную реализацию на языке FBD нескольких простых релейно-контактных систем управления электроприводом постоянного тока в функции времени.

Приведенные ниже схемы систем управления на базе ПЛК носят условный характер и отражают лишь логику основного алгоритма работы системы.

Практическое применение ПЛК в цеховых условиях сопряжено с повышенной опасностью. Ошибки во внешних электрических цепях контроллеров, некорректный расчет устройств питания и силовых блоков, некачественное заземление, неправильно выполненная система аварийного отключения, отсутствие защиты механических узлов и прочие нарушения правил монтажа могут привести к тяжелым последствиям. Монтаж ПЛК и сопряженного с ним оборудования должен выполняться только квалифицированным персоналом, имеющим соответствующие допуски.

Ошибки в прикладном программном обеспечении ПЛК способны приводить к потере синхронности работы механизмов, что может стать причиной их поломки или привести к травмам обслуживающего персонала. Правильно спроектированная система должна содержать элементы блокировки, исключающие такую возможность

Задание

Дано

Три аналоговых сигнала (А, В, С), которые могут принимать значения в диапазоне от -3000.999 до 3000.999 . Предельное значение величины (уставка) задается в диапазоне от -50 до 50 .

Требуется

1. Разработать программу на языке FBD, которая выполняет перемножение

входных переменных. Если результат превысит значение уставки, то должна включиться тревожная лампочка.

Рекомендуется использовать МЭК операторы следующих классов: арифметические; сравнения. Для управления тревожной лампочкой введите в проект переменную Alarm.

2. Проверить работу программы в режиме эмуляции. Здесь необходимо рассмотреть три варианта:

- произведение переменных превышает значение уставки;
- произведение переменных меньше значения уставки;
- произведение переменных равно значению уставки.

Результаты представьте в форме таблицы.

3. Изменить программу так, чтобы тревожная лампочка загоралась, когда результат перемножения больше или равен значению уставки. Проверить работу программы в режиме эмуляции. Здесь необходимо рассмотреть три варианта:

- произведение переменных превышает значение уставки;
- произведение переменных меньше значения уставки;
- произведение переменных равно значению уставки.

Результаты представьте в форме таблицы, сформулируйте выводы.

Порядок выполнения работы и содержание отчета

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Лб.р.1», не забывая периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Контрольные вопросы

1. Какие типы файлов проектов программ относятся к языкам FBD и LAD?

2. Какой тип файла предназначен для сохранения документации проекта?

3. Для чего предназначено преобразование файлов проектов, написанных на языках FBD и LAD?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Тема: Создания проекта ПЛК.

Цель: Изучить создание проекта ПЛК.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ПМ.01 «Монтаж, программирование и пуско-наладка мехатронных систем»

- рабочее место преподавателя;
- рабочие места по количеству обучающихся;
- наглядные пособия (образцы, плакаты);
- комплект деталей, инструментов, приспособлений;
- комплект бланков технологической документации.
- компьютер с лицензионным программным обеспечением;
- мультимедиапроектор;
- интерактивная доска;
- компьютерные обучающие, контролирующие и профессиональные программы;
- DVD-фильмы.

Справочный материал

В качестве управляющего модуля здесь и далее будем использовать программируемый логический контроллер. Для решения поставленной задачи ко входам ПЛК необходимо подключить кнопки Пуск и Стоп, а к выходам – катушки контакторов К1 и КУ1 (рис 1.).

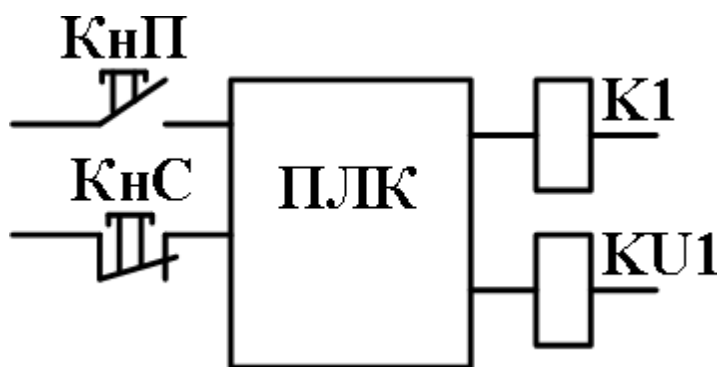


Рис. 1. Структура системы управления №1

Силовая часть электропривода представлена на рис. 2. Здесь обозначено: **ОВ** – обмотка возбуждения двигателя; **Рп** – пусковой резистор; **К1** – линейный контактор; **КУ1** – контактор ускорения.

Рассматриваемая система управления работает следующим образом. При подключении схемы к источнику питания происходит возбуждение двигателя постоянного тока (ДПТ). При нажатии кнопки **Пуск** получает питание контактор **К1**, который своим главным контактом подключает двигатель к источнику постоянного напряжения.

После этого кнопку Пуск можно отпустить, так как на программном уровне система управления зафиксировывает ее срабатывание. Двигатель начинает разбег с включенным резистором **Рп** в цепи якоря. По истечении заданного времени от

начала пуска Δt срабатывает контактор ускорения **KU1**, который своим главным контактом шунтирует пусковой резистор. При нажатии кнопки Стоп контакторы **K1** и **KU1** отключаются, разрывая цепь питания якоря, и двигатель переходит в режим торможения выбегом.

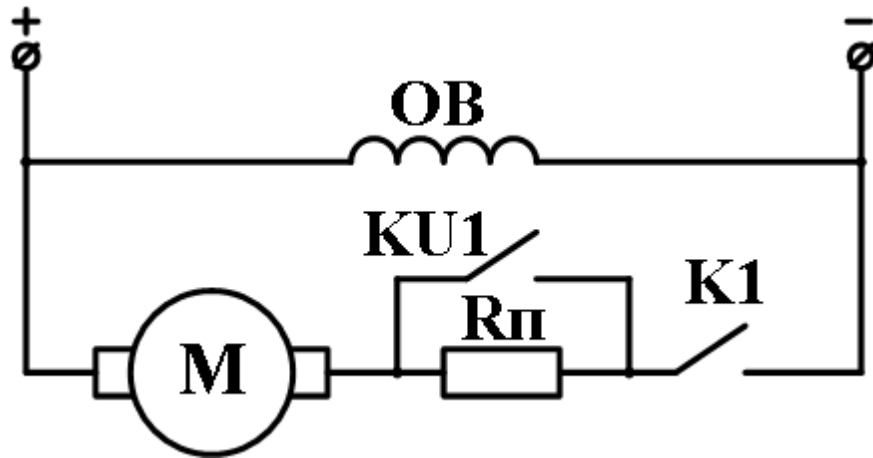


Рисунок 2 – Силовая часть электропривода для системы управления №1

Таким образом, при пуске двигатель в течение времени Δt разгоняется по искусственной характеристике, а после шунтирования резистора **Rп** – по естественной механической характеристике. Сопротивление пускового резистора выбирается таким, чтобы в момент включения двигателя ток в цепи якоря и, соответственно, момент не превышали допустимого уровня.

Задание 1

Дано

Система управления электроприводом №1.

Требуется

1. В среде CoDeSys составить программу на языке FBD, которая реализует описанный выше алгоритм управления.

Решение

Эта и все остальные программы, рассматриваемые в настоящих методических указаниях, разрабатываются на основе правил релейно контактной логики, которые представлены в книгах.

Необходимо помнить о том, что последовательное соединение контактов соответствует логической операции И, параллельное соединение – операции ИЛИ, а инверсный контакт равноценен операции НЕ.

1. В соответствии с условием задачи формируем входные (Start, Not_Stop) и выходные (**K1**, **KU1**) переменные логического типа.

2. Для включения и обеспечения самопитания контактора **K1** по требуются операторы **OR** и **AND**.

3. Так как контактор ускорения **KU1** должен срабатывать с задержкой, то в состав программы включаем **TON**-таймер.

Вспомогательная переменная **h** на выходе **ET** функционального блока отображает время с момента активации входа **IN** до срабатывания таймера.

4. Создаем программу на языке FBD. Пример представлен на рис. 3.
5. Проверяем работу программы в режиме эмуляции.

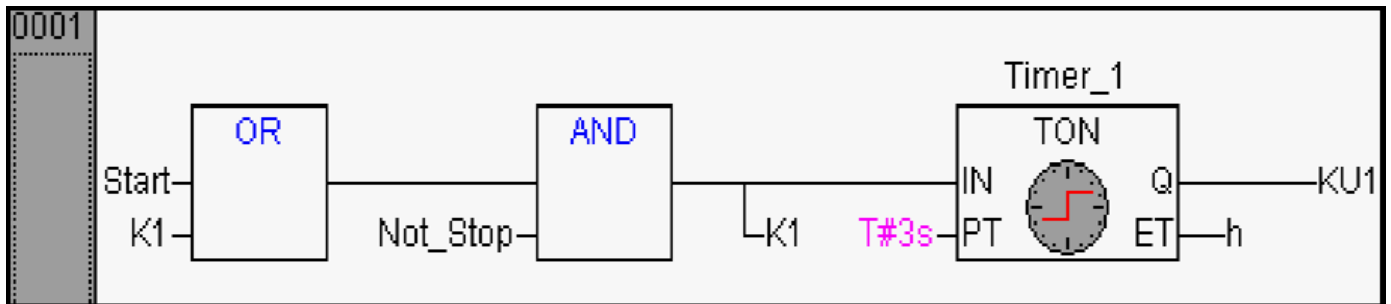


Рисунок 3 – Программа на языке FBD для системы управления №1

Задание 2

1. Создайте проект, рассмотренный в учебном примере.
2. Задавая различные входные комбинации, проверьте правильность работы программы в режиме эмуляции. Необходимо убедиться в том, что система обеспечивает реализацию заданного алгоритма управления.
3. Опишите начальные условия для данной диаграммы.
4. Опишите условия срабатывания и отключения контакторов **K1** и **KU1**. Поясните назначение **TON**-таймера в программе.

Задание 3

Дано

Система управления электроприводом №1.

Требуется

1. В среде CoDeSys составить программу на языке FBD, которая реализует заданный алгоритм управления. Здесь для фиксации нажатий кнопок Пуск и Стоп должен использоваться RS-триггер. Фрагмент программы представлен на рис. 4.

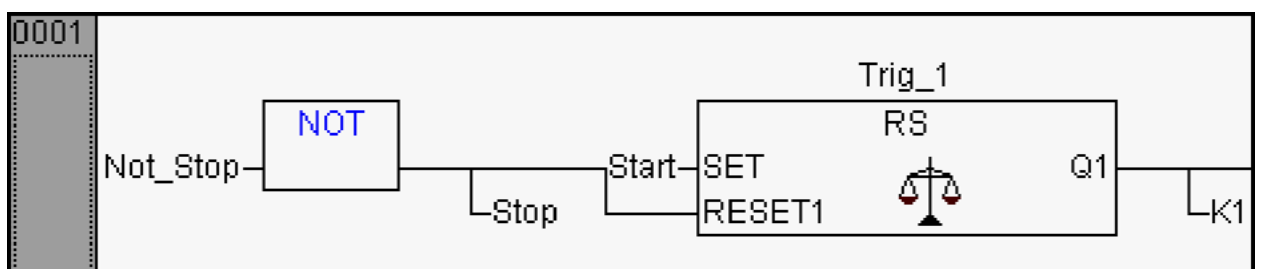


Рис. 4.4. Фрагмент программы для задания 2

2. Проверить систему в режиме эмуляции. Необходимо убедиться в том, что разработанная программа обеспечивает реализацию заданного алгоритма управления.
3. Опишите начальные условия для данной диаграммы.
4. Опишите назначение RS-триггера, а также условия его установки и сброса. Определите реакцию системы управления на одновременное нажатие кнопок Пуск и Стоп. Поясните, чем обусловлены такие результаты.

Порядок выполнения работы и содержание отчета

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Лб.р.1», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.
2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.
3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.
4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Контрольные вопросы

1. Какой стандарт регламентирует применение языков программирования для ПЛК (англ. PLC)?
2. Как называются языки программирования, используемые в инструментальной среде LSC?
3. Перечислите этапы, которые необходимо выполнить для синтеза программы?
4. Какими схемами и техническими данными пользуется программист для разработки программ для ПЛК?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Тема: Создания проекта ПЛК.

Цель: Изучить создание проекта ПЛК.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ПМ.01 «Монтаж, программирование и пуско-наладка мехатронных систем»

- рабочее место преподавателя;
- рабочие места по количеству обучающихся;
- наглядные пособия (образцы, плакаты);
- комплект деталей, инструментов, приспособлений;
- комплект бланков технологической документации.
- компьютер с лицензионным программным обеспечением;
- мультимедиапроектор;
- интерактивная доска;
- компьютерные обучающие, контролирующие и профессиональные программы;
- DVD-фильмы.

Справочный материал

Система управления электроприводом

Рассматриваемая система обеспечивает пуск ДПТ в три ступени в функции времени и динамическое торможение в функции времени

Описание системы управления

К дискретным входам ПЛК подключены кнопки **Пуск** и **Стоп**, а к выходам – катушки контакторов **K1**, **KU1**, **KU2**, **KD**.

Силовая часть электропривода представлена на рис. 1. Здесь обозначено: **ОВ** – обмотка возбуждения двигателя; **Rп1** и **Rп2** – пусковые резисторы; **Rд** – резистор динамического торможения;

K1 – линейный контактор; **KU1** и **KU2** – контакторы ускорения;

KD – контактор динамического торможения.

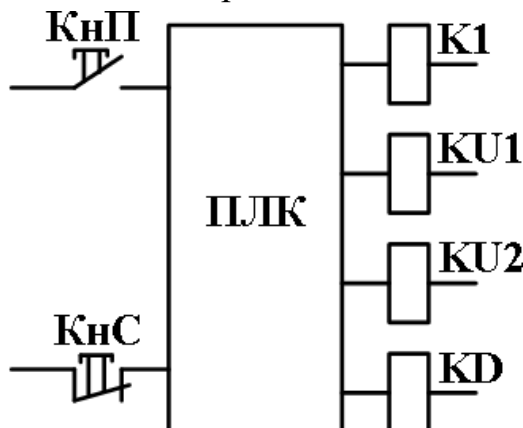


Рисунок 1 – Структура системы управления.

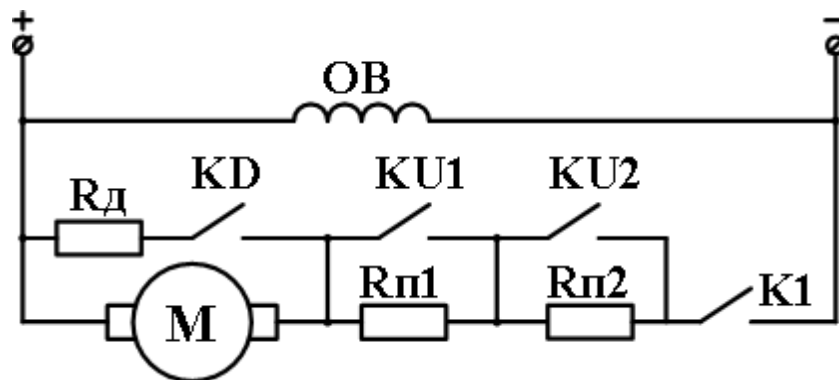


Рисунок 2 – Силовая часть электропривода для системы управления

Система управления работает следующим образом. При подключении схемы к источнику питания происходит возбуждение ДПТ. При нажатии кнопки Пуск получает питание контактор **К1**, который своим главным контактом подключает обмотку якоря к источнику постоянного напряжения. После этого кнопку Пуск можно отпустить, так как на программном уровне система управления зафиксирует ее срабатывание. Двигатель начинает разбег с включенными последовательно резисторами **Rп1** и **Rп2** в цепи якоря (пусковая механическая характеристика). По истечении заданного времени от начала пуска $\Delta t1$ срабатывает контактор ускорения **КУ1**, который своим главным контактом шунтирует резистор **Rп1** (при этом двигатель переходит на другую механическую характеристику). После срабатывания **КУ1** по истечении времени $\Delta t2$ срабатывает контактор ускорения **КУ2**, который своим главным контактом шунтирует резистор **Rп2**, и двигатель переходит на естественную механическую характеристику. Часто на практике обеспечивается соотношение $\Delta t1 = \Delta t2 = \Delta t$.

Для перехода к режиму торможения необходимо нажать кнопку Стоп. Это приведет к отключению контакторов **К1**, **КУ1**, **КУ2** и разрыву цепи питания якоря. После отключения **К1** с очень малой задержкой времени $\Delta t3$ срабатывает контактор **КД**, который своим главным контактом подключает обмотку якоря к резистору **Rд**. В результате двигатель переходит в режим динамического торможения. Через интервал времени $\Delta t4$, соответствующий снижению скорости ДПТ до нуля, **КД** отключается. При этом резистор **Rд** также отключается от обмотки якоря, торможение заканчивается, и схема возвращается в свое исходное положение.

Рекомендуется при разработке новой программы на языке FBD взять за основу известную программу (рис. 3), созданную ранее на языке LD.

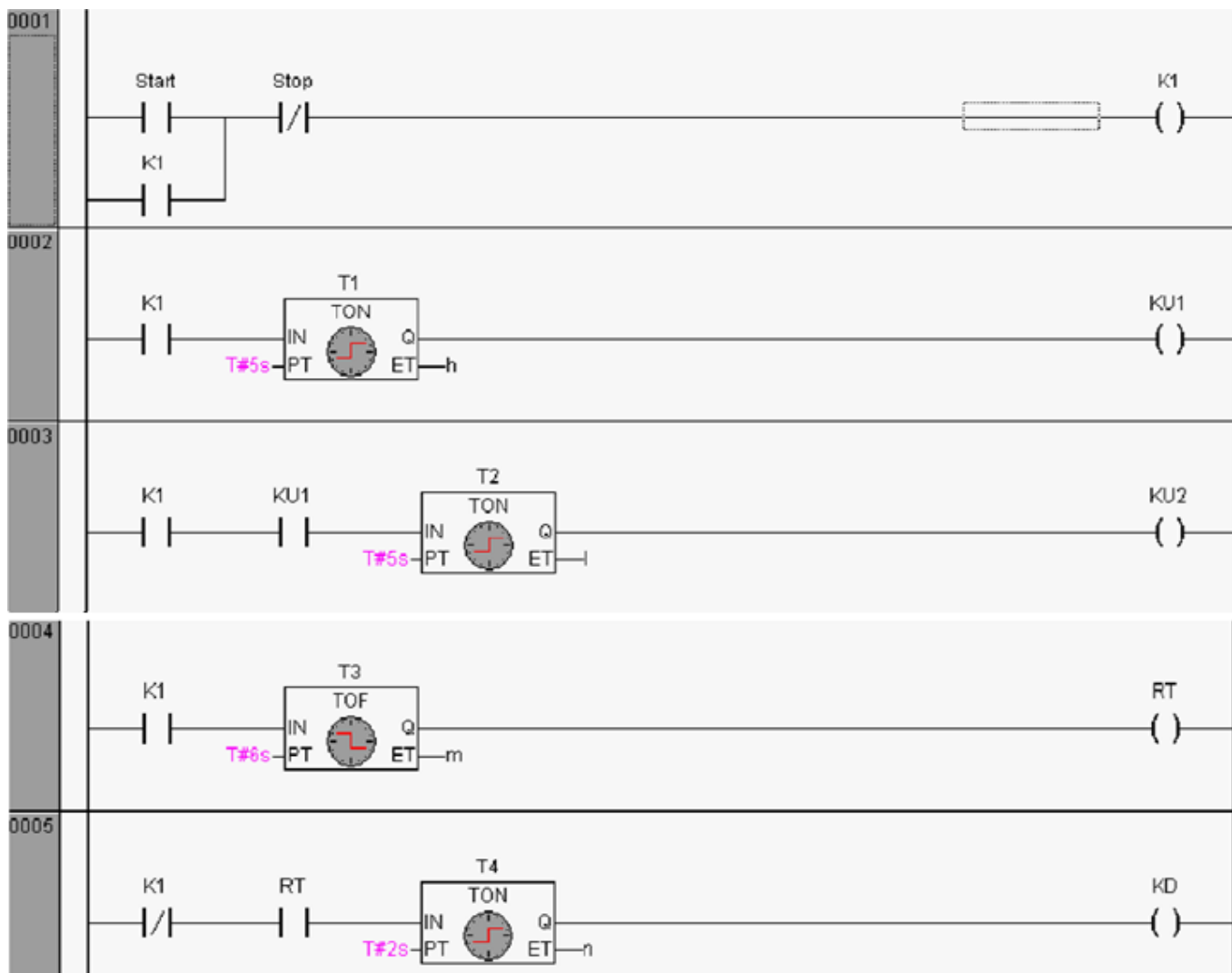


Рисунок 3 – Программа на языке LD для системы управления

Задание

Дано

Система управления электроприводом

Требуется

1. В среде CoDeSys составить программу на языке FBD, которая реализует заданный алгоритм управления. Фрагмент программы представлен на рис. 4.

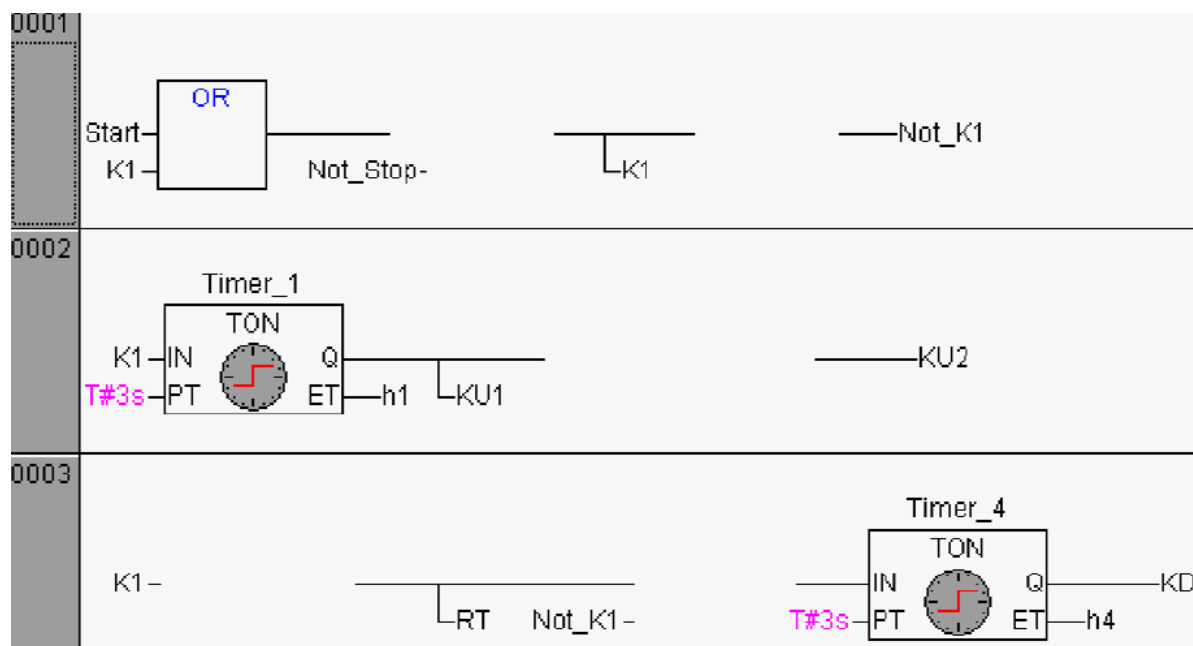


Рисунок 4 – Фрагмент программы на языке FBD для системы управления.

2. Проверить систему в режиме эмуляции. Необходимо убедиться в том, что разработанная программа обеспечивает реализацию заданного алгоритма управления.

3. Опишите начальные условия для рассмотренной диаграммы.

4. Опишите условия срабатывания и отключения контакторов **K1**, **KU1**, **KU2**, **KD**. Определите время действия режима динамического торможения. Поясните назначение логической переменной **RT**.

Порядок выполнения работы и содержание отчета

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Лб.р.1», не забывая периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Контрольные вопросы

1. Что такое метод декомпозиции при создании программ?

2. В чём заключается структурное программирование?

3. Для чего необходимо задавать названия соединителей?

4. Чем представляются входные клеммы программируемого контроллера в программе?

5. Каковы свойства выходных сигналов контроллера во время выполнения цикла программы?

Информационное обеспечение обучения

Основная литература

1. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств : учебное пособие для спо / Н. К. Юрков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 476 с. — ISBN 978-5-8114-7016-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153955>
2. Гаштова, М. Е. Технология формирования систем автоматического управления типовыми технологическими процессами, средствами измерений, несложными мехатронными устройствами и системами : учебное пособие для спо / М. Е. Гаштова, М. А. Зулькайдарова, Е. И. Мананкина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-7329-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158944>
3. Смирнов Ю. А. Технические средства автоматизации и управления: учебное пособие для спо / Ю. А. Смирнов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 456 с. — ISBN 978-5-8114-6712-9. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151692>

Дополнительные источники:

1. Полуянович, Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий : учебное пособие для спо / Н. К. Полуянович. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 396 с. — ISBN 978-5-8114-6760-0. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152471>
2. Фролов, Ю. М. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие для среднего профессионального образования / Ю. М. Фролов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 351 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16524-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>
3. Сажнев, А. М. Микропроцессорные системы: цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. М. Сажнев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 139 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12092-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>
4. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Троценко, В. К. Федоров, А. И. Забудский, В. В. Комендантов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 136 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09939-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>
5. Рачков, М. Ю. Автоматизация производства : учебник для среднего профессионального образования / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 182 с. — (Профессиональное образование)

образование). — ISBN 978-5-534-12973-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL:<https://urait.ru/>

6. Ким, Д. П. Основы автоматического управления : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 276 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11687-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/>

Интернет – ресурсы

1. Электронно-библиотечная система РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (далее ЭБС) сайт www.library.timacad.ru
2. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» - <https://cyberleninka.ru/>
3. Сетевая электронная библиотека аграрных вузов - <https://e.lanbook.com/books>